



# RAPPORT ANNUEL 2018

# VISION

Constituer le principal centre mondial de physique théorique fondamentale, en conjuguant les initiatives de partenaires publics et privés ainsi qu'en favorisant une synergie entre les plus brillants esprits scientifiques du monde, pour permettre la réalisation de recherches aboutissant à des avancées qui transformeront notre avenir.

# TABLE DES MATIÈRES

Bienvenue .....	2
Message du président du conseil .....	4
Message du directeur de l'Institut .....	6
Recherche .....	8
La puissante alliance de l'IA et de la matière quantique .....	10
Des progrès en théorie quantique des champs .....	12
Des avancées sur les fondements quantiques .....	14
Du commencement de l'univers à l'aube de l'astronomie multimessage .....	16
Prix, distinctions et subventions majeures .....	18
Recrutement .....	20
Former la prochaine génération .....	24
Catalyser de rapides progrès .....	26
Un chef de file mondial .....	28
Diffusion des connaissances et présence auprès du public .....	30
Développement de l'Institut Périmètre .....	36
Promotion des femmes en physique .....	38
Merci à ceux qui nous soutiennent .....	40
Gouvernance .....	42
Finances .....	46
Priorités et objectifs pour l'avenir .....	51
Annexes .....	52

Ce rapport présente les activités et les finances de l'Institut Périmètre de physique théorique pour l'exercice allant du 1<sup>er</sup> août 2017 au 31 juillet 2018.

## Photos

Adobe Stock : pages 11, 15, 17, 18  
La Société Royale du Canada : page 5  
Neil Muir : page 34  
Mathew McCarthy : page 51

# BIENVENUE

Une percée en physique théorique peut à elle seule littéralement changer le monde.

Fondé en 1999, l'Institut Périmètre est un centre de recherche indépendant situé à Waterloo (Ontario), au Canada. Il vise à réaliser des percées scientifiques dans notre compréhension de l'univers.

À l'Institut, des scientifiques cherchent à découvrir le fonctionnement de l'univers à toutes les échelles — des particules subatomiques les plus minuscules au cosmos tout entier.

Leurs idées révèlent notre passé lointain, expliquent le monde qui nous entoure et engendrent les technologies qui façonneront notre avenir, tout comme les découvertes antérieures en physique nous ont permis d'avoir l'électricité, les ordinateurs, les lasers et une gamme quasi infinie d'appareils électroniques modernes.

L'Institut Périmètre forme la prochaine génération de pionniers de la physique et fait connaître au monde entier la puissance des découvertes scientifiques.

La science est complexe, mais l'équation de base de l'Institut Périmètre est simple : de brillants esprits; des idées lumineuses; un avenir radieux.

Entrez dans le périmètre.

# UN ACCÉLÉRATEUR DE LA DÉCOUVERTE



## RECHERCHE

PLUS DE **180** SCIENTIFIQUES RÉSIDANTS  
qui font de la recherche

**13** PRIX ET DISTINCTIONS MAJEURS  
accordés à des scientifiques de  
l'Institut Péricimètre en 2017-2018

PLUS DE **1 000** SCIENTIFIQUES DU  
MONDE ENTIER ACCUEILLIS  
chaque année

PLUS DE **5 200** ARTICLES publiés dans  
plus de 170 revues et ayant fait l'objet  
de plus de 240 000 citations depuis 2001

PLUS DE **11 000** EXPOSÉS et cours  
visionnés en ligne par des internautes  
de 190 PAYS

**19** ANS après sa fondation, l'Institut Péricimètre  
se classe parmi les PRINCIPAUX  
INSTITUTS DE PHYSIQUE  
THÉORIQUE au monde

## DIFFUSION DES CONNAISSANCES

**40 MILLIONS**  
D'INTERACTIONS AVEC DES ÉLÈVES  
depuis 2001

PLUS DE **26 000** ENSEIGNANTS  
formés dans des ateliers de  
l'Institut Péricimètre depuis 2005

**785** ÉLÈVES DOUÉS DU SECONDAIRE,  
provenant de 58 PAYS, ont participé à l'École  
d'été internationale pour jeunes physiciens et  
physiciennes depuis 2003

**80** PAYS ont utilisé les ressources  
pédagogiques de l'Institut Péricimètre

## FORMATION

En 2017-2018, l'Institut Péricimètre comptait

**61** POSTDOCTORANTS

**53** DOCTORANTS

**30** ÉTUDIANTS  
de 22 PAYS dans le  
PROGRAMME  
DE MAÎTRISE PSI

# MESSAGE DU PRÉSIDENT DU CONSEIL

Ma motivation fondamentale pour aider à mettre sur pied l'Institut PÉRIMÈTRE (IP) était ma foi dans le pouvoir qu'a la science de transformer la société d'une manière inimaginable et enrichissante. Mon objectif était d'aider le Canada à jouer un rôle prépondérant dans les progrès de nos connaissances en physique et dans la mise au point de nouvelles technologies révolutionnaires qui bénéficieront au Canada et au monde entier.

Nous avons chaque jour de nouvelles preuves que ce plan fonctionne et que nos objectifs pour le Canada se réalisent. Les progrès accomplis au cours de la dernière année, tant à l'Institut PÉRIMÈTRE que dans la *Quantum Valley*, sont rien moins qu'enthousiasmants, et les possibilités pour la prochaine année sont vraiment palpitantes. J'ai le grand plaisir de vous faire part de quelques points saillants et de remercier certaines des nombreuses personnes de l'Institut qui sont à l'origine de cette réussite.

Nous avons voulu que l'Institut PÉRIMÈTRE constitue un milieu unique qui aiderait le Canada à attirer les tout meilleurs scientifiques et à leur permettre de résoudre les problèmes vraiment difficiles de la physique. À entendre des chercheurs ainsi que des représentants d'entreprises et de gouvernements, ici et dans le monde entier, il est de plus en plus évident que l'IP jouit d'une image de marque et d'une réputation très enviables dans la communauté mondiale de la physique.

Depuis sa fondation, l'IP a toujours accordé beaucoup d'importance au recrutement des meilleurs jeunes chercheurs. Au cours des années, nous avons attiré un grand nombre de personnes brillantes, venues à l'Institut PÉRIMÈTRE à titre de jeunes scientifiques et qui ont depuis exercé une grande influence dans leur domaine. Cette année ne fait pas exception. Je veux souligner la qualité exceptionnelle des jeunes scientifiques qui se sont joints récemment au groupe de l'IP sur la matière quantique. Ils sont arrivés en provenance de différentes institutions parce qu'ils ont vu en l'Institut PÉRIMÈTRE un milieu unique en son genre où ils pourraient travailler ensemble et avoir un impact majeur. Ce n'est là qu'un exemple des nombreux professeurs à plein

temps et professeurs associés exceptionnels qui ont rejoint l'IP au cours de la dernière année.

Des progrès importants ont été accomplis cette année à l'Institut PÉRIMÈTRE, comme en témoignent les pages qui suivent. Son milieu de recherche sans égal favorise activement des collaborations audacieuses, par-delà les frontières des domaines, et de nombreux exemples illustrent les avantages que cela comporte. Lorsque la théorie et l'expérimentation s'unissent, des choses étonnantes se produisent. Des travaux récents de chercheurs de l'IP et de leurs collaborateurs ont défini un cadre qui sera crucial pour l'évaluation de nouvelles théories quantiques. À l'avant-garde du domaine nouveau et en évolution rapide de la détection d'ondes gravitationnelles, des chercheurs de l'IP travaillent à la conception de la prochaine génération de détecteurs qui permettront d'étudier la physique des fusions d'étoiles à neutrons, comme celle qui a été observée par le LIGO l'automne dernier. Enfin, au cours des prochains mois, vous entendrez parler du rôle crucial joué par des chercheurs de l'Institut PÉRIMÈTRE dans une percée majeure qui fera avancer de manière spectaculaire le domaine de la cosmologie.

Le siècle dernier, celui des semiconducteurs, des ordinateurs, des réseaux, des téléphones multifonctionnels, d'Internet et de tant d'autres choses issues de notre découverte de la mécanique quantique, montre clairement le pouvoir de la science. Grâce à notre compréhension des attributs propres aux lois quantiques, les chercheurs et les entrepreneurs ont des possibilités enthousiasmantes et enrichissantes de mettre au point de nouveaux matériaux et technologies aux répercussions fondamentales et tout simplement impossibles à imaginer avec les règles de la physique classique.

Sur presque tous les fronts, nos partenaires de l'écosystème de la *Quantum Valley* ont réalisé au cours de la dernière année d'importants progrès en vue de faire du Canada un chef de file mondial de la seconde révolution quantique — une industrie mondiale à grande échelle fondée sur les technologies quantiques. Mentionnons le recrutement d'un grand nombre de chercheurs de premier plan, l'approfondissement



de nos connaissances fondamentales en mécanique quantique, ainsi que la mise au point de nouveaux produits et technologies. Nous avons aussi assisté à la naissance et à la croissance d'entreprises de technologies et de produits quantiques pour les marchés mondiaux, qui intéressent de plus en plus la clientèle et les investisseurs en capital de risque. La reconnaissance de plus en plus grande de la *Quantum Valley* comme chef de file mondial se manifeste aussi par le nombre de partenariats industriels, par la collaboration avec des agences gouvernementales étrangères, et par les succès obtenus dans l'orientation de normes mondiales dans plusieurs secteurs de la science et de la technologie quantiques.

L'Institut Périmètre joue un rôle crucial dans la *Quantum Valley*. Ses chercheurs contribuent à l'avancement de nos connaissances fondamentales en physique et font en sorte que l'industrie canadienne soit au fait des plus récentes découvertes et percées scientifiques. C'est l'essentielle première étape du cycle de développement technologique. Plus important encore, les succès constants et la réputation internationale grandissante de l'IP depuis 19 ans ont rendu possible la *Quantum Valley* et continuent d'alimenter son succès.

Cela ne pouvait se produire qu'à Waterloo. Et cela n'est possible qu'en raison de la vision, de l'attention, des investissements et du travail acharné d'un nombre important et croissant de contributeurs et de partenaires. Évidemment, le gouvernement du Canada et la Province de l'Ontario sont des partenaires essentiels depuis les débuts de l'Institut Périmètre, et je tiens à les remercier de leur rôle prépondérant et de leur soutien constant.

Les partenaires privés de l'IP constituent aussi une partie vitale et croissante de l'équation. Nous avons recueilli plus de 30 millions de dollars sur un objectif total ambitieux de 100 millions. J'aimerais remercier personnellement tous les donateurs qui reconnaissent l'importance de l'IP pour l'avenir de l'humanité. Je tiens en particulier à souligner le très généreux soutien de Ron Mannix et Coril Holdings, de la Fondation de la famille Daniel ainsi que de Power Corporation du Canada.

D'autre part, je note avec tristesse le décès de notre grand ami et supporteur Clay Riddell, dont la fondation finance la chaire Clay-Riddell-Paul-Dirac de l'Institut Périmètre. Il a été un meneur parmi les philanthropes canadiens visionnaires.

Je tiens aussi à souligner le travail du conseil d'administration et du conseil d'orientation de l'IP, dont l'authentique affection pour l'Institut Périmètre, les compétences étendues et la grande expérience font en sorte que l'IP ait les ressources, la bonne gouvernance et les personnes qui en font une institution unique, souple et couronnée de succès. J'aimerais remercier Amit Chakma, Patrice Merrin et Jane Kinney d'avoir accepté de se joindre au conseil d'administration de l'IP et de contribuer à l'accomplissement de notre mission. Mais je veux surtout souligner l'action visionnaire du directeur de l'Institut, Neil Turok, qui rend d'immenses services à l'IP depuis une dizaine d'années et dont le rôle moteur, la passion et l'enthousiasme sans bornes nous motivent tous.

Nous avons été attristés par le décès de Stephen Hawking, survenu plus tôt cette année. C'était un meneur à l'échelle mondiale en physique et une source d'inspiration pour nous tous. Il était aussi un grand ami et partisan de l'Institut Périmètre. Son départ a été une grande perte.

La tentation est grande de croire que le plus difficile est fait, mais ce serait une grave erreur. Nos efforts jusqu'à maintenant ont assurément fait du Canada un chef de file mondial en physique et dans la seconde révolution quantique. Pourtant, ce n'est qu'un début, et la concurrence des plus grandes entreprises multinationales et des principaux pays est de plus en plus forte. Si nous voulons retirer les bénéfices à long terme de nos investissements en physique, nous devons persévérer dans notre effort collectif. Je crois que nous commençons déjà à voir le fruit de notre travail. Je crois aussi que les bénéfices à long terme pour le Canada seront immenses et s'étendront sur des décennies. C'est pourquoi j'encourage tous nos contributeurs, supporteurs et partenaires à poursuivre leurs efforts, et je les remercie à l'avance de leur contribution et de leur appui.

– Mike Lazaridis, O.C., O. Ont., FRS, MSRC,  
président du conseil d'administration

# MESSAGE DU DIRECTEUR DE L'INSTITUT

L'un de mes moments favoris de la dernière année est survenu lorsqu'Imogen Wright, l'une des premières diplômées de notre programme de maîtrise en physique théorique, a pris la parole lors d'une journée carrières que nous avons organisée à l'intention de nos jeunes chercheurs pour mettre en évidence les nombreuses manières dont nos anciens font usage de leur formation en physique.

Imogen a raconté devant une salle comble comment, après avoir quitté l'Institut Péricône, elle est passée à l'étude du diagnostic médical comme moyen d'aider son pays, l'Afrique du Sud, à lutter contre le VIH-SIDA. La curiosité, la confiance et les aptitudes à la recherche qu'elle avait acquises à l'Institut Péricône l'ont aidée à mettre au point une méthode informatique efficace de suivi des mutations du génome du VIH. Forte de ces techniques, elle a été cofondatrice d'une entreprise appelée Hyrax Biosciences, qui fournit un test génétique capable de prédire la résistance du VIH aux médicaments. Cela aide les médecins à optimiser le traitement de la maladie et à combattre la montée de souches résistantes aux médicaments. Hyrax est en voie de tester 250 000 personnes au cours de la prochaine année et de sauver plusieurs milliers de vies.

L'histoire d'Imogen Wright est typique de l'Institut Péricône. Nous aussi sommes partis d'un désir de changer le monde. L'Institut a été fondé il y a 19 ans, et j'en fais partie depuis 10 ans. Par comparaison avec l'Université de Cambridge, d'où je venais, nous sommes très jeunes. Mais nous sommes devenus très rapidement un institut modèle qui attire des gens du monde entier non seulement pour étudier ici, mais pour nous étudier — pour apprendre comment créer un tel endroit. Les succès comme celui de l'Institut Péricône sont rares, sont difficiles à obtenir, et ont de fortes répercussions sur les perspectives à long terme d'un pays. Pourquoi? Parce que la technologie est le fondement de l'économie moderne, et que les possibilités de tout pays sont étroitement liées à la science.

L'histoire d'Imogen Wright — comme toutes les autres que nous avons entendues ce jour-là — illustre l'étendue des applications possibles des idées et compétences développées par les physiciens. Pensons à l'intelligence artificielle, en particulier l'apprentissage automatique, l'un des domaines de l'heure en matière d'innovation. Beaucoup des algorithmes les plus efficaces exploitent des principes élaborés par des physiciens statisticiens. Et de plus en plus de physiciens participent aux progrès dans ce domaine.

L'un des développements les plus intéressants liés à la physique est l'utilisation de l'apprentissage automatique pour identifier des matériaux quantiques intéressants. Ces matériaux joueront probablement un rôle-clé dans des technologies futures comme celles des ordinateurs quantiques, des capteurs quantiques, des dispositifs de communication ultrasûrs, etc. Les matériaux quantiques peuvent avoir des propriétés extraordinaires, mais nous avons besoin de meilleurs outils pour les comprendre et les contrôler — et l'apprentissage automatique est en train de devenir l'un de ces outils. C'est un domaine en croissance explosive, dans lequel des scientifiques de l'Institut Péricône sont à l'avant-garde. Nous avons récemment recruté un groupe électrisant de jeunes théoriciens de la matière condensée, augmentant du même coup notre capacité à calculer et à prévoir quels matériaux sont les plus susceptibles d'être efficaces dans l'avenir. Vous trouverez dans les pages qui suivent plus de détails sur ces recherches et sur notre nouvelle Initiative sur la matière quantique.

Nous assistons à des développements tout aussi intéressants en cosmologie, où des techniques avancées d'analyse de données inventées à l'Institut Péricône permettent des progrès qui auraient été impensables il y a seulement une décennie. La radioastronomie, en particulier, est révolutionnée par les « télescopes logiciels ». Au lieu de faire appel à de coûteuses soucoupes et au pointage mécanique, ces télescopes utilisent des réseaux fixes de récepteurs peu coûteux



et de puissants superordinateurs qui permettent au télescope de viser simultanément tous les points du ciel. Mieux encore que les résultats expérimentaux des collisionneurs traditionnels de particules, les données ainsi obtenues révèlent des choses fondamentalement nouvelles sur la physique gravitationnelle, nucléaire et corpusculaire. Nous utilisons littéralement l'univers comme une expérience géante de physique d'une puissance extraordinaire. Pionnier dans ce domaine, le nouveau télescope CHIME du Canada jette un éclairage sur certains des objets les plus mystérieux du cosmos.

L'Institut Périmètre, et la région de Waterloo dans son ensemble, deviennent un pôle du traitement avancé de données et de la physique quantique. La mise sur pied de la *Quantum Valley* dans la région est pour l'Ontario et le Canada une réussite dont l'importance ne peut être surestimée. Des centres d'excellence comme celui-ci rehaussent la réputation et l'image d'un pays et d'une région, attirant des talents qui alimenteront la croissance à venir.

Cette année a été marquante pour l'Institut Périmètre. Quatre nouveaux professeurs sont entrés en fonction à l'Institut : Neal Dalal et William East en cosmologie et gravitation, Yin-Chen He et Timothy Hsieh en matériaux quantiques. Plusieurs autres jeunes chercheurs exceptionnels ont été recrutés dans ces domaines et se joindront à nous l'an prochain. Le programme de professeurs associés, qui amène à l'Institut Périmètre des professeurs nommés conjointement avec des universités canadiennes, a également connu du succès, avec le recrutement de la mathématicienne Matilde Marcolli, du cosmologiste Will Percival et du théoricien de la gravité Huan Yang, respectivement nommés conjointement avec les universités de Toronto, de Waterloo et de Guelph.

La physique ouvre des portes sur de nouvelles méthodes, amplifiant les résultats obtenus dans d'autres sciences et industries. C'est pourquoi nos programmes de diffusion des connaissances s'adressent aux élèves, aux enseignants et au grand public. Partout au Canada

et ailleurs dans le monde, nous contribuons à former et à stimuler chaque année des centaines de milliers d'élèves. Dans un monde confronté à l'anxiété et à la vision à court terme, nous aidons des personnes à acquérir un esprit critique et à découvrir la puissance de la compréhension scientifique.

Les bénéfiques peuvent être immenses. L'entreprise d'Imogen Wright, fondée pour participer au combat contre le VIH, est maintenant prête à s'attaquer à la tuberculose et estime avoir une dizaine d'années d'avance dans la mise au point d'un test sanguin du cancer.

« Chaque personne présente dans cette salle », a déclaré Imogen Wright à son auditoire de jeunes chercheurs, « est suffisamment bien équipée et formée pour que des idées révolutionnaires soient à sa portée. Chacun d'entre nous est un instrument très puissant. » [traduction]

Ces paroles me rappellent notre cher ami et allié Stephen Hawking, que nous avons eu la tristesse de perdre le printemps dernier. Quand je lui ai parlé pour la première fois de l'Institut Périmètre, ses yeux se sont allumés. Il est devenu l'un de nos plus grands supporteurs et le premier de nos nombreux titulaires de chaire de chercheur invité distingué. Lors de sa première visite à l'Institut, il a insisté sur le grand intérêt à réunir des personnes brillantes dans un milieu intellectuel stimulant. « On n'insistera jamais assez sur l'importance de lieux et de moments d'exception, où des progrès magiques peuvent être accomplis. Il me semble que ces ingrédients sont réunis ici, à l'Institut Périmètre, à Waterloo. J'espère et j'entrevois que de grandes réalisations y verront le jour. » [traduction]

C'est bien ce qui se produit déjà.

– Neil Turok, directeur de l'Institut Périmètre,  
titulaire de la chaire Mike-et-Ophelia-Lazaridis-Niels-Bohr



Cette année, les scientifiques de l'Institut Périmètre ont publié **495 articles**<sup>1</sup>. Depuis la fondation de l'Institut Périmètre, ses chercheurs ont produit plus de **5 200 articles**, parus dans plus de **170 revues spécialisées** et qui ont fait l'objet de plus de **240 000 citations**<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Ces chiffres correspondent à la période allant du 1<sup>er</sup> août 2017 au 31 juillet 2018. Chaque publication n'a été comptée qu'une seule fois, quel que soit le nombre de chercheurs de l'Institut Périmètre qui y ont collaboré.

<sup>2</sup> Ces données sont tirées des bases de données *Google Scholar* et *Spires*.

L'Institut Périmètre est un chef de file mondial de la recherche scientifique. Notre domaine est la discipline scientifique la moins coûteuse et dont les impacts sont les plus grands, c'est-à-dire la physique fondamentale.

Notre stratégie consiste à rassembler sous un même toit les meilleurs cerveaux du monde et à les aider à faire les recherches les plus ambitieuses possibles.

Nous visons rien moins que des percées scientifiques. Chaque jour, dans notre bâtiment, quelque 150 chercheurs travaillent à révéler les mystères de l'univers, dans des domaines allant de la mécanique quantique à la cosmologie. Nous abordons de grandes questions : Comment l'univers a-t-il commencé? De quoi est-il fait? Comment l'information fonctionne-t-elle à son niveau le plus fondamental? Quelle est la nature de la matière sombre et de l'énergie sombre? Comment pouvons-nous comprendre et exploiter le monde quantique?

Les pages qui suivent parlent entre autres de chercheurs qui mettent la mécanique quantique à l'épreuve, étudient les fusions d'étoiles à neutrons, appliquent l'intelligence artificielle à la matière condensée quantique, révèlent l'univers primitif, font avancer l'holographie, etc.

Nous ne pouvons pas prédire l'issue de ces recherches. Mais l'histoire montre que les bénéfices de percées réalisées en physique théorique surpasseront tout ce que l'on peut prédire ou même imaginer. Des exemples? Les travaux d'Einstein sur la nature de la lumière nous ont donné les lasers. Les travaux des Curie sur la nature du rayonnement sont à l'origine de la technologie des rayons X. Les travaux de Maxwell sur la nature de l'électromagnétisme ont permis la création des téléphones multifonctionnels. Ces savants n'étaient pas des inventeurs, mais des physiciens



théoriciens. Ils ont travaillé sans penser à des applications. Et pourtant, les technologies mises au point à partir de leurs recherches ont changé le monde.

Les découvertes des Einstein, Curie et Maxwell datent de plus d'un siècle. Les découvertes d'aujourd'hui, réalisées par les physiciens théoriciens du présent, rendront possible la prochaine vague de technologies révolutionnaires qui façonneront notre siècle.

*« L'Institut Périmètre de physique théorique, l'Institut d'informatique quantique et l'Institut de nanotechnologie de Waterloo... ont attiré des physiciens réputés... et ont donné au Canada une importance inattendue dans le domaine, généralement dominé par les États-Unis et la Chine. »*

– Traduit de Bloomberg Businessweek

## LES INNOMBRABLES DÉBOUCHÉS D'UNE FORMATION EN PHYSIQUE

Que peut-on faire avec un diplôme de physique, mis à part enseigner la physique?

Beaucoup de choses, en fait. Lors de la première journée *Trajectoires de carrière* de l'Institut Périmètre, en mai 2018, plus de 150 étudiants diplômés et postdoctorants de l'Institut Périmètre et de 8 universités ontariennes ont entendu le témoignage d'une brochette de diplômés en physique qui ont connu un succès extraordinaire en dehors du milieu universitaire.

Il y avait des spécialistes de la science des données chez Shopify et à la Banque Royale du Canada, une ingénieure en développement de la propulsion chez SpaceX, de même que plusieurs entrepreneurs, y compris une dont l'entreprise met au point des tests génétiques peu coûteux pour combattre le VIH et d'autres maladies. Il y avait même une romancière primée. Leur message commun était clair : les aptitudes que l'on développe en physique sont précieuses bien au-delà du monde universitaire.

« La physique constitue une assez bonne base pour résoudre toutes sortes de problèmes en affaires », a fait remarquer l'entrepreneur Michael Serbinis, surtout connu comme le fondateur de Kobo, et maintenant fondateur et PDG de League. « Les gens qui ont un bagage en physique et en génie recherchent les principes fondamentaux, au lieu de vivre dans la peur ou la confusion. »  
[traduction]

# LA PUISSANTE ALLIANCE DE L'IA ET DE LA MATIÈRE QUANTIQUE

L'humanité est à la veille de comprendre et de contrôler la matière à son niveau le plus fondamental et le plus puissant. Grâce aux progrès réalisés dans les domaines de l'intelligence artificielle (IA) et de la matière condensée, des barrières qui semblaient autrefois infranchissables sont en train de s'effondrer. Des chercheurs de l'Institut Péricimètre sont à la fine pointe de ces avancées.

D'un côté de l'équation, il y a l'intelligence artificielle. Des algorithmes d'IA peuvent maintenant résoudre des problèmes dont la taille, la complexité et le nombre de volets les mettent hors de portée des ordinateurs classiques.

De l'autre côté, il y a ce que l'on appelle la matière quantique, dans laquelle de minuscules constituants se combinent selon des modalités inédites qui donnent lieu à des comportements nouveaux et puissants.

Nous avons déjà vu les répercussions possibles de telles recherches : la découverte de matériaux semiconducteurs a mené à la révolution du silicium. Maintenant, à l'aide de techniques d'IA, non seulement les physiciens trouvent des matériaux quantiques qui peuvent être présents dans la nature, mais ils conçoivent comment l'on peut fabriquer de tels matériaux à partir de zéro.

Cette alliance de 2 domaines qui évoluent en parallèle constitue un moment unique de la science, et l'Institut Péricimètre est dans une position privilégiée pour être à l'avant-garde en la matière. L'Institut est au cœur de la *Quantum Valley*, où la chaîne de l'innovation en physique quantique va de la théorie à la commercialisation. En offrant un milieu de collaboration interdisciplinaire qui favorise les liens avec l'expérimentation, l'Institut Péricimètre jette les bases de l'innovation.

## L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE APPREND TOUTE SEULE À RÉSOUDRE DES PROBLÈMES QUANTIQUES

Dans la culture populaire, l'informatique quantique est souvent décrite comme une technologie ultrapuissante qui dépassera son pendant classique, puis le remplacera. Mais en réalité les deux sont inextricablement liés.

Ce lien a récemment franchi une nouvelle étape marquée par la parution dans *Nature Physics* d'un article écrit par des chercheurs de l'Institut Péricimètre et de l'Université de Waterloo, avec des collaborateurs de l'École polytechnique fédérale de Zurich, de la Station Q de la Division de la recherche de Microsoft, de D-Wave Systems et de l'Institut Vector d'intelligence artificielle.

Cette équipe a appliqué des techniques standard d'intelligence artificielle à un problème particulier d'informatique quantique : elle a calculé les états d'un dispositif quantique uniquement à partir d'instantanés de données obtenus par des mesures expérimentales.

À l'heure actuelle, cela se fait par un processus dit de *tomographie quantique*. À partir d'instantanés imparfaits du système, cela consiste à remonter mathématiquement jusqu'au point où l'on peut confirmer quel était l'état quantique complet au moment où les mesures ont été prises.

Dans l'article intitulé *Neural-network quantum state tomography* (Tomographie quantique à l'aide d'un réseau neuronal), **Giacomo Torlai**, étudiant diplômé associé à l'Institut Péricimètre, **Roger Melko**, professeur associé à l'Institut Péricimètre, et leurs collaborateurs ont utilisé un réseau neuronal d'IA de pointe pour faire le gros du travail mathématique.

Le module d'IA a appris comment combiner les mesures effectuées sur le matériel quantique pour produire une description complète de son état quantique. Contrairement à la majorité des méthodes conçues pour comprendre des appareils quantiques — qui sont adaptées spécifiquement à chaque cas de figure —, le module d'IA mis au point par l'équipe est indépendant de l'environnement matériel. Le réseau neuronal est suffisamment général pour s'appliquer à une variété de dispositifs quantiques.

Ces travaux font partie d'un programme plus vaste d'« intelligence quantique », où des théoriciens et des expérimentateurs utilisent l'apprentissage automatique pour concevoir et analyser des systèmes quantiques.

## UNE MANIÈRE SYSTÉMATIQUE DE CRÉER DES ÉTATS QUANTIQUES NON TRIVIAUX

Un domaine en évolution rapide est celui de la *simulation quantique*, dans lequel la manipulation d'un petit système quantique — p. ex. un petit nombre d'ions piégés — permet de créer des comportements quantiques exotiques, sous forme d'états quantiques ou d'une dynamique quantique. Cela se fait actuellement sur de petits systèmes quantiques que l'on peut bien contrôler, mais il est souvent difficile d'obtenir des états fortement intriqués.

De récents travaux de **Timothy Hsieh**, professeur à l'Institut Périmètre, et de son collaborateur Wen Wei Ho, de l'Université Harvard, simplifient grandement le processus. Les chercheurs proposent une méthode générale de création efficace de protocoles pour toutes sortes d'états quantiques ayant des corrélations non triviales à grande distance.

Cette méthode, appelée algorithme d'optimisation approximative quantique (QAOA pour *Quantum Approximate Optimization Algorithm*), vient du domaine de l'information quantique. Elle a d'abord été proposée pour résoudre des problèmes classiques d'optimisation à l'aide d'ordinateurs quantiques. Cependant, MM. Hsieh et Ho se sont rendu compte qu'elle pouvait servir à résoudre un problème quantique : comment créer des états quantiques non triviaux d'un grand intérêt en physique de la matière condensée, tels que l'ordre topologique ou des points critiques quantiques.

Avec la QAOA, les expérimentateurs commencent avec un ensemble donné d'interactions et, au bout d'un certain temps, passent à un second ensemble d'interactions. Le système fait ensuite des allers-retours entre les interactions à des intervalles précis, presque comme dans un mécanisme général d'ajustement. Il en résulte un état quantique non trivial créé à partir de zéro.

Cette idée a déjà attiré l'attention d'expérimentateurs, dont des chercheurs de l'Institut d'informatique quantique de l'Université de Waterloo.

« Il y a de plus en plus de liens entre la matière condensée et l'information quantique, ce qui est selon moi très intéressant, dit Timothy Hsieh. L'avantage de notre méthode réside dans sa simplicité. Nous disposons déjà d'environnements expérimentaux capables de l'exploiter. » [traduction]

Ce qui est peut-être le plus enthousiasmant, c'est que cette nouvelle méthode est générale, et non adaptée à des états cibles spécifiques, et qu'elle peut être étendue à de nombreuses catégories d'états différentes, ce qui la rend extrêmement utile dans un domaine nouveau au potentiel énorme.

### Références

TORLAI, G. (Université de Waterloo et Institut Périmètre), G. MAZZOLA (ETH Zurich), J. CARRASQUILLA (Institut Vector et D-Wave Systems), M. TROYER (ETH Zurich et Station Q de la Division de la recherche de Microsoft), R. MELKO (Université de Waterloo et Institut Périmètre) et G. CARLEO (ETH Zurich et Institut Flatiron). « Neural-network quantum state tomography », *Nature Physics*, vol. 14, 2018, p. 447-450; arXiv : 1703.05334.

HO, W.W. (Université Harvard) et T.H. HSIEH (Institut Kavli de physique théorique et Institut Périmètre). *Efficient unitary preparation of non-trivial quantum states*, arXiv : 1803.00026.



## INITIATIVE SUR LA MATIÈRE QUANTIQUE

On assiste en physique à l'émergence d'un domaine en croissance rapide, celui de la matière quantique. Situé à la jonction de la physique de la matière condensée, de l'information quantique, de la gravitation quantique et de la théorie des cordes, il fait appel à des idées de ces domaines pour susciter de nouvelles découvertes importantes.

L'**Initiative de l'Institut Périmètre sur la matière quantique** vise à réunir des scientifiques de premier plan dans ces domaines, afin qu'ils fassent des recherches en collaboration sur de grandes questions non résolues.

Au cours de la dernière année, l'Institut Périmètre a fait 3 embauches notables pour son Initiative sur la matière quantique. Les étoiles montantes **Timothy Hsieh**, **Chong Wang** et **Yin Chen He** se sont joints au corps professoral de l'Institut, enrichissant d'autant une forte équipe interdisciplinaire formée de **Robert Myers**, **Davide Gaiotto**, titulaire de la chaire Krembil-Galilée, **Roger Melko**, **Subir Sachdev**, titulaire de la chaire Cenovus-Energy-James-Clerk-Maxwell (à titre de chercheur invité), et un nombre croissant de postdoctorants.

Le domaine de la matière quantique suscite la créativité et la cohésion, où les scientifiques, à l'instar de l'Institut Périmètre lui-même, recherchent des synergies dans la collaboration interdisciplinaire.

# DES PROGRÈS EN THÉORIE QUANTIQUE DES CHAMPS

De quoi sommes-nous faits? C'est l'une des questions les plus anciennes de la physique, et peut-être la plus importante.

Depuis des siècles, les physiciens cherchent à comprendre les constituants les plus fondamentaux de l'univers. Au cours du dernier siècle, cette quête a mené à la découverte des premières molécules, puis des atomes, et ensuite des particules subatomiques. Mais il se trouve que les composants élémentaires de la nature ne sont pas des particules. Ce sont des champs. Les champs se répandent constamment, dans l'univers, comme des liquides, se regroupant et ondulant de diverses manières intéressantes qui se manifestent à nous sous forme de particules ou de forces.

Une description de la nature faisant intervenir des champs — la théorie quantique des champs, ou TQC — constitue la manière moderne de comprendre la physique des particules, les systèmes de matière condensée, ainsi que de nombreux aspects de la cosmologie de l'univers primitif. La TQC permet de décrire les interactions entre particules élémentaires, la dynamique de systèmes à N corps, ainsi que des phénomènes critiques, le tout avec une extrême précision.

Mais malgré sa puissance, la TQC peut être difficile à comprendre et nécessiter des calculs qui la rendent impossible à utiliser. L'Institut Périclète a mis sur pied l'un des principaux groupes au monde de chercheurs qui élaborent de nouvelles manières d'aborder la TQC afin d'en simplifier l'application et d'en étendre la portée.

## LES ÉTOILES S'ALIGNENT EN FAVEUR DE LA CHROMODYNAMIQUE QUANTIQUE

**Jaume Gomis**, professeur à l'Institut Périclète, fait rouler un stylo sur son bureau. Cela se passe conformément à notre intuition : le stylo se soulève un peu lorsqu'il roule sur la pince de son capuchon, et son roulement ralentit jusqu'à ce qu'il cesse complètement. Tout physicien pourrait, connaissant la masse du stylo et le vecteur de force, calculer approximativement ce mouvement à partir des principes premiers.

Un calcul plus exact — tenant compte du soulèvement sur la pince du capuchon — est plus difficile, mais on peut s'en approcher en apportant au premier calcul de petites corrections et précisions correspondant aux perturbations dues au passage de la pince. Ce volet de la physique où l'on peut prédire le comportement d'un système à partir des principes premiers, en tenant compte des perturbations, s'appelle la *physique perturbative*.

Mais dans la nature bien des choses sont non perturbatives. Par exemple, nous savons que les protons et les neutrons sont constitués de quarks et de gluons. Nous savons que les quarks et les gluons interagissent sous l'action d'une force appelée *interaction forte*. Comme pour le stylo, nous pouvons décrire les objets élémentaires et les forces en cause. La théorie qui décrit ces objets et ces forces est la *chromodynamique quantique*, ou CDQ.

La CDQ fonctionne sur des distances très courtes et à de très hautes énergies. Par contre, en régime de faible énergie et aux distances plus grandes que nous pouvons observer sur la Terre, d'importants effets quantiques réorganisent les quarks et les gluons pour former des systèmes dont la dynamique est imprévisible, et les calculs à partir

des principes premiers échouent. Au lieu du roulement du stylo avec de légers soulèvements, les particules se comportent d'une manière complètement folle, selon M. Gomis. Autrement dit, en régime de faible énergie, la CDQ est non perturbative.

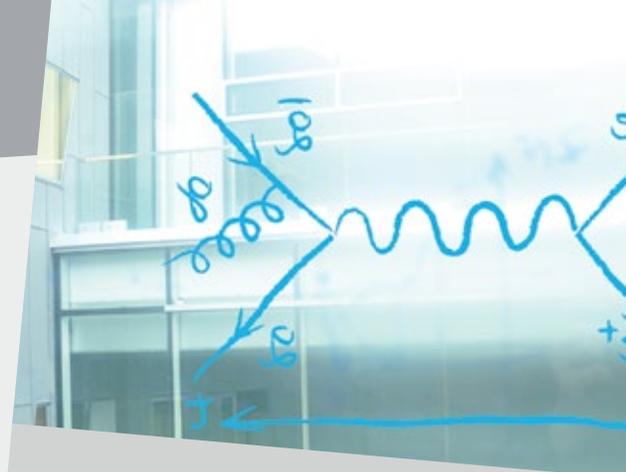
Avec ses collaborateurs **Zohar Komargodski**, adjoint invité, et **Nathan Seiberg**, titulaire d'une chaire de chercheur invité distingué, Jaume Gomis s'efforce de changer cela. Travaillant sur une version simplifiée de la CDQ appelée CDQ<sub>3</sub>, les chercheurs ont utilisé divers développements récents en physique de la matière condensée et en mathématiques pures pour élaborer une nouvelle formulation mathématique permettant de prédire la dynamique de systèmes en régime de faible énergie.

Il s'agit d'une avancée majeure dans le domaine. Mais comment peut-on la valider? Il se trouve que la CDQ produit quelques résultats qui sont les mêmes à toutes les échelles de longueur — identiques en régime de haute énergie et en régime de faible énergie. Ces résultats appelés techniquement *anomalies*, agissent comme des étoiles fixes en navigation et assurent que la théorie est sur la bonne voie.

Et que s'est-il passé lorsque M. Gomis et ses collaborateurs ont calculé les anomalies pour leur nouvelle théorie de jauge? « Ce fut la chose la plus magnifique, la plus époustouflante, dit-il. Les résultats correspondaient parfaitement. » [traduction]

## RENDRE PLUS EXACTE LA SCIENCE DES SOLUTIONS EXACTES

Tout physicien sait que même si l'on comprend bien une théorie, il peut être impossible de l'utiliser pour faire des prédictions exactes.



Prenons par exemple la casse au début d'une partie de billard américain. Il est facile de calculer ce qui se passe lorsque l'on frappe une boule avec une queue de billard. Mais si une boule en frappe une autre, qui en touche une autre, puis une autre, les équations s'accumulent et le problème devient rapidement trop complexe pour que l'on puisse calculer le résultat.

Et l'on ne parle que d'une table de billard avec une quinzaine de boules. Imaginez alors un système quantique comportant un grand nombre de particules en interaction. La probabilité pour une particule donnée de se trouver dans un état quantique précis par suite d'une interaction s'appelle son *amplitude de diffusion*. En matière d'amplitudes de diffusion, les solutions exactes — où l'on peut résoudre les équations de manière algébrique, sans faire d'hypothèse ou d'approximation — semblent depuis longtemps être hors de portée.

C'est là qu'interviennent les travaux de **Kevin Costello**, titulaire de la chaire Krembil-William-Rowan-Hamilton, sur les systèmes intégrables. L'intégrabilité est une manière mathématique de simplifier les calculs tout en obtenant des solutions exactes. En 2017, les travaux de M. Costello dans ce domaine ont franchi une nouvelle étape. Il a alors écrit avec Edward Witten et Masahito Yamazaki un article intitulé *Gauge Theory and Integrability* (Théorie de jauge et intégrabilité).

Cet article propose une nouvelle manière d'aborder le modèle de Yang-Baxter, puissant ensemble d'équations fondé sur l'observation que, dans certaines situations de diffusion, des particules peuvent conserver leur moment tout en changeant d'état quantique interne.

Comme il a permis de résoudre de manière exacte certaines amplitudes de diffusion, le modèle de Yang-Baxter est devenu un outil important depuis son introduction il y a 40 ans. Il a des applications dans de nombreux domaines de la physique, de la matière condensée à la théorie des cordes, en passant par le calcul quantique et la compréhension de l'intrication quantique.

Mais il y a une difficulté : le modèle de Yang-Baxter ne possède pas de mode de construction systématique, de sorte qu'il est difficile de trouver les bonnes équations à résoudre pour un problème donné. Il faut compter sur une certaine dose de chance et une bonne intuition.

C'est ce à quoi Kevin Costello s'est attaqué. Ses travaux récents donnent une méthode de construction des équations sans faire appel à l'intuition — ce qui rend un peu plus exacte la science de la recherche de solutions exactes.

#### Références

GOMIS, J. (Institut Péricètre), Z. KOMARGODSKI (Institut Weizmann des sciences et Université d'État de New York à Stony Brook) et N. SEIBERG (Institut d'études avancées de Princeton). « Phases of adjoint QCD<sub>3</sub> and dualities », *SciPost Physics*, vol. 5, 2018, article n° 007; arXiv : 1710.03258.

COSTELLO, K. (Institut Péricètre), E. WITTEN (Institut d'études avancées de Princeton) et M. YAMAZAKI (Institut Kavli de physique et de mathématique de l'univers, Université de Tokyo). *Gauge Theory And Integrability*, I; arXiv : 1709.09993.

COSTELLO, K. (Institut Péricètre), E. WITTEN (Institut d'études avancées de Princeton) et M. YAMAZAKI (Institut Kavli de physique et de mathématique de l'univers, Université de Tokyo). *Gauge Theory And Integrability*, II; arXiv : 1802.01579.

## PROFESSEURS À PLEIN TEMPS DE L'INSTITUT PÉRICÈTRE

**Asimina Arvanitaki**, titulaire de la chaire Fondation-Stavros-Niarchos-Aristarque de physique théorique

**Latham Boyle**

**Freddy Cachazo**, titulaire de la chaire Gluskin-Sheff-Freeman-Dyson de physique théorique

**Kevin Costello**, titulaire de la chaire Krembil-William-Rowan-Hamilton de physique théorique

**Neal Dalal**

**Savas Dimopoulos**, titulaire de la chaire Coril-Holdings-Archimède de physique théorique (à titre de chercheur invité)

**Bianca Dittich**

**William East**

**Laurent Freidel**

**Davide Gaiotto**, titulaire de la chaire Krembil-Galilée de physique théorique

**Jaume Gomis**

**Daniel Gottesman**

**Lucien Hardy**

**Yin-Chen He**

**Timothy Hsieh**

**Luis Lehner**

**Robert Myers**

**Subir Sachdev**, titulaire de la chaire Genovus-Energy-James-Clerk-Maxwell de physique théorique (à titre de chercheur invité)

**Kendrick Smith**, titulaire de la chaire Famille-Daniel-P.-James-E.-Peebles de physique théorique

**Lee Smolin**

**Robert Spekkens**

**Neil Turok**, titulaire de la chaire Mike-et-Ophelia-Lazaridis-Niels-Bohr de physique théorique

**Guifre Vidal**

**Pedro Vieira**, titulaire de la chaire Clay-Riddell-Paul-Dirac de physique théorique

**Beni Yoshida**

# DES AVANCÉES SUR LES FONDEMENTS QUANTIQUES

Les fondements quantiques et la gravitation quantique sont les domaines pour lesquels l'Institut Péricimètre a été créé au départ.

Les questions abordées dans ces domaines pourraient difficilement être plus grandes — ou plus difficiles. Le domaine des fondements quantiques vise une meilleure compréhension de la mathématique et des concepts profonds qui sous-tendent la mécanique quantique, la théorie la plus exacte, la plus largement applicable et la plus ambitieuse que nous possédions.

Les spécialistes de la gravitation quantique cherchent des moyens d'unifier la mécanique quantique et la relativité générale, théorie de la gravitation formulée par Einstein. Ces deux grandes théories sont extrêmement fructueuses dans leurs domaines respectifs, mais se heurtent à un mur dans les situations où il faut utiliser les deux à la fois.

Les domaines des fondements quantiques et de la gravitation quantique visent tous deux à étendre la portée de la mécanique quantique. Ils s'alimentent mutuellement et, au cours des dernières années, on leur a découvert des liens surprenants et puissants avec l'information quantique, la physique de la matière condensée et la mise au point de technologies quantiques. Le choix des domaines fondateurs de l'Institut Péricimètre, qui était inhabituel à l'époque, commence à s'avérer visionnaire.

## ÉTUDIER L'HOLOGRAPHIE EN LA RETOURNANT À L'ENVERS

**Bianca Dittrich**, professeure à l'Institut Péricimètre, le postdoctorant **Aldo Riello**, l'adjoint invité **Etera Livine** et l'adjoint diplômé invité **Christophe Goeller** sont des experts de la gravitation quantique. Dans leur domaine, un outil important est l'holographie, qui montre que dans certains cas, une théorie de la gravitation au sein d'un espace est équivalente à une théorie des champs quantiques aux limites de cet espace. L'holographie sert souvent à transformer des problèmes difficiles sur la gravité en des problèmes plus simples sur des particules et des champs, ou vice versa.

Normalement, l'holographie s'applique à un type particulier d'espace-temps appelé *espace anti-de Sitter* (AdS), et la surface qui contient la théorie quantique des champs est située à une distance infinie. Des recherches précédentes effectuées par Mme Dittrich et par Valentin Bonzom, alors postdoctorant à l'Institut Péricimètre, avaient poussé la théorie plus loin, montrant que l'holographie pourrait également être utilisée dans des espaces-temps tridimensionnels (3D) plus généraux ayant des limites finies. Ces nouvelles recherches, qui retournent l'holographie à l'envers à la manière d'un vêtement, s'appuient sur cette découverte.

Bianca Dittrich et ses collaborateurs sont partis d'une théorie établie de la gravitation quantique en 3D (2 dimensions d'espace et 1 dimension de temps) et ont choisi diverses limites finies. Par exemple, ils ont étudié des sphères creuses, des tores creux, des tores creux comportant des torsions, etc. Ils ont trouvé toute une catégorie de modèles statistiques bidimensionnels (2D) différents (ou du moins en apparence différents) selon la surface choisie. C'est la première étude

qui trouve plusieurs modèles 2D d'aux différents pour une même théorie 3D de la gravitation.

Ces travaux ont jeté un éclairage nouveau sur la théorie 3D établie de la gravitation et ont ouvert une nouvelle avenue de recherche pour des mathématiciens qui voudraient comparer les divers modèles statistiques 2D à la recherche d'équivalences. Dans l'avenir, l'équipe voudra en savoir davantage sur la relation entre leur choix de fonctions d'onde aux limites et les modèles statistiques 2D produits.

Mais le véritable gain réalisé par l'équipe a été le suivant : en apprenant à intégrer différentes surfaces quantiques 2D dans un espace 3D, elle a découvert des choses sur l'holographie elle-même. C'est un peu comme d'apprendre à coudre en retournant une robe pour voir la manière dont se dessinent les coutures. Ces connaissances pourraient bien être utiles lorsque les chercheurs tenteront de confectionner une théorie de la gravitation quantique pour notre univers quadridimensionnel (4D).

## METTRE LA MÉCANIQUE QUANTIQUE À L'ÉPREUVE

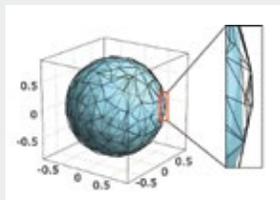
Comment met-on à l'épreuve une théorie comme la mécanique quantique? Une méthode décisive consiste à élaborer des théories concurrentes et à les faire s'affronter deux par deux dans une cage.

Il existe plusieurs théories qui font concurrence à la mécanique quantique. L'Institut Péricimètre est passé maître depuis des années dans la description de ces théories. Cette année a vu un développement majeur : une équipe mise sur pied par **Robert Spekkens**, professeur à l'Institut Péricimètre, a organisé des affrontements dans un contexte

qu'elle a elle-même défini. C'était la première fois qu'une telle expérience — dont on parlait depuis longtemps — était effectivement réalisée, et les résultats obtenus semblent déjà constituer une avancée importante dans le domaine.

L'équipe était constituée de Robert Spekkens et de **Matthew Pusey**, alors postdoctorant à l'Institut Péricimètre (il travaille maintenant à l'Université d'Oxford), ainsi que des expérimentateurs Kevin Resch et Michael Mazurek, de l'Institut d'informatique quantique de l'Université de Waterloo. L'expérience qu'ils ont conçue était délibérément simple. Un dispositif préparait des photons (particules de lumière) individuels de diverses manières. À l'autre bout du montage, un autre dispositif mesurait les photons de diverses manières. Chaque combinaison de préparation et de mesure a été exécutée de nombreuses fois, jusqu'à ce qu'il y ait assez de données pour montrer la fréquence à laquelle chaque résultat survenait.

Les chercheurs se sont servis de certains outils mathématiques pour transformer leur tableau des probabilités mesurées en une forme facile à visualiser — au point où même un profane peut l'évaluer. Pour se limiter à un seul jeu de prédictions et de résultats, la mécanique quantique prédit que la forme décrite par l'ensemble de tous les états devrait être une sphère. La théorie concurrente dite *Box World theory* (théorie du monde cubique) prédit que cette forme devrait être un cube. Les résultats de l'expérience étaient beaucoup plus près de la forme prédite par la mécanique quantique :



Toute théorie qui décrit le monde doit entrer dans l'espace entre ce qui ressemble à un ballon de soccer bleu et l'armature de fils qui l'entoure. La mécanique satisfait à cette condition et ne laisse pas beaucoup d'espace pour ses concurrentes. Ou, en langage technique, le résultat fixe des limites expérimentales sur l'espace des théories probabilistes concurrentes.

En physique, il n'existe pas de champion incontesté, et il y a ici d'importantes réserves sur le fait de savoir si cette mesure est « tomographiquement complète ». Mais pour le moment, la mécanique quantique est sortie clairement victorieuse de son premier affrontement.

#### Références

DITTRICH, B. (Institut Péricimètre), C. GOELLER (Institut Péricimètre et École normale supérieure de Lyon), E.R. LIVINE (Institut Péricimètre et École normale supérieure de Lyon) et A. RIELLO (Institut Péricimètre). « Quasi-local holographic dualities in non-perturbative 3D quantum gravity », *Classical and Quantum Gravity*, vol. 35, 2018, n° 13, lettre 01; arXiv : 1803.02759.

MAZUREK, M.D. (Institut d'informatique quantique de l'Université de Waterloo), M.F. PUSEY (Université d'Oxford et Institut Péricimètre), K.J. RESCH (Institut d'informatique quantique de l'Université de Waterloo) et R.W. SPEKKENS (Institut Péricimètre). *Experimentally bounding deviations from quantum theory in the landscape of generalized probabilistic theories*, arXiv : 1710.05948.

# DU COMMENCEMENT DE L'UNIVERS À L'AUBE DE L'ASTRONOMIE MULTIMESSAGE

Deux trous noirs sont entrés en collision il y a 1,3 milliard d'années. Les ondes dues à ce cataclysme ont voyagé à la vitesse de la lumière, produisant de minuscules ondulations dans le tissu de l'espace-temps avant d'être enregistrées en 2015 par les détecteurs ultrasensibles du LIGO (*Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory* – Observatoire d'ondes gravitationnelles par interférométrie laser).

Cette détection a confirmé l'existence des ondes gravitationnelles, qui avait d'abord été prédite par Einstein, et ont valu aux pionniers du LIGO le prix Nobel de physique 2017. La capacité de détecter des ondes gravitationnelles donne une nouvelle manière de voir l'univers et entraîne des progrès rapides dans notre connaissance de certains des événements les plus massifs, énergétiques et énigmatiques qui s'y produisent.

Tout juste un an après la première détection d'ondes gravitationnelles, les observatoires LIGO et Virgo ont uni leurs efforts pour tenter de localiser une source d'ondes gravitationnelles dans le ciel. Cela leur a permis de demander à des observatoires conventionnels de regarder en direction d'un événement, afin de combiner divers types de signaux — nouvelle méthode appelée *astronomie multimessage*.

En août 2017, les observatoires LIGO et Virgo ont détecté une onde gravitationnelle ayant une signature caractéristique. Ils ont alors envoyé à 70 télescopes du monde entier un message urgent demandant d'observer un coin du ciel situé dans la constellation de l'Hydre, à 130 millions d'années-lumière de nous. Les astronomes ont immédiatement orienté leurs télescopes dans cette direction. Ils ont enregistré des signaux électromagnétiques allant de bouffées de rayons gamma jusqu'à des ondes radio de grande longueur d'onde, donnant des détails sans précédent et l'emplacement précis de la collision de 2 étoiles à neutrons.

L'astronomie multimessage transforme déjà notre manière d'explorer l'univers, permettant à des scientifiques d'étudier des questions fondamentales sur la nature de la force de gravité et sur les événements qui produisent le plus d'énergie dans l'univers.

## LA PROCHAINE GÉNÉRATION DE DÉTECTEURS D'ONDES GRAVITATIONNELLES

La détection d'une fusion d'étoiles à neutrons est survenue à point nommé pour **Huan Yang**, professeur associé à l'Institut Périclète. Avec des collaborateurs de l'Université de Birmingham, il travaille à la conception d'un nouveau détecteur d'ondes gravitationnelles capable d'étudier avec beaucoup plus de précision la physique des étoiles à neutrons.

Les détecteurs d'ondes gravitationnelles actuels sont surtout sensibles aux basses fréquences qui, pour la plupart des sources lointaines, correspondent au stade où les étoiles à neutrons tournent en spirale l'une autour de l'autre. Par contre, la fusion proprement dite contient beaucoup d'information sur la physique des noyaux atomiques dans des conditions extrêmes. Pour exploiter cette information, il faut des détecteurs ayant une bonne sensibilité à des fréquences élevées (plus de 1 KHz).

De plus, les détecteurs de hautes fréquences permettront davantage de comprendre ce qui se passe après la fusion d'étoiles binaires à neutrons. Avant la collision elle-même, les ondes gravitationnelles émises sont très semblables à celles résultant de la collision de 2 trous

noirs. Par contre, après la fusion, la forme des ondes est complètement différente selon le type d'objet qui en résulte (soit une étoile à neutrons très massive, soit un trou noir de 2 à 3 masses solaires).

Cette idée a déjà fait son chemin dans la communauté scientifique. En juin, Huan Yang a été l'un des organisateurs de l'atelier *Path to KiloHertz Gravitational-Wave Astronomy* (Vers l'astronomie des ondes gravitationnelles de l'ordre du kilohertz), qui a réuni à l'Institut Périclète des experts du monde entier pour une discussion portant notamment sur les difficultés techniques de la construction des nouveaux détecteurs.

Avec le recrutement récent de chercheurs tels que **William East** et **Daniel Siegel**, l'Institut Périclète est en position de devenir un chef de file mondial de l'étude des événements de gravité forte. William East, professeur à l'Institut Périclète depuis janvier 2018, se sert d'outils numériques pour étudier la dynamique de l'espace-temps et du rayonnement gravitationnel. Daniel Siegel, qui deviendra professeur associé à l'Institut Périclète au printemps 2019, est un expert reconnu des émissions électromagnétiques observables de ces événements cataclysmiques. Ces 2 avenues de recherche s'intègrent bien aux travaux de Huan Yang. On peut s'attendre à ce que les grandes collisions entraînent de nouvelles découvertes en physique.

## UN DÉBUT CHAOTIQUE POUR L'UNIVERS

Les ondes gravitationnelles pourraient également servir à aborder l'une des questions les plus anciennes de la cosmologie : que s'est-il passé exactement au tout début? En attendant, les chercheurs, notamment **Neil Turok**, directeur de l'Institut Péricimètre et titulaire de la chaire Mike-et-Ophelia-Lazaridis-Niels-Bohr, abordent cette question d'un point de vue théorique.

Une description classique du Big Bang implique une singularité, c'est-à-dire un point où le volume est infiniment petit et où la théorie de la relativité générale d'Einstein ne fonctionne plus. Pour s'attaquer à ce problème, 2 propositions ont vu le jour (celle de l'« univers sans frontière », et la théorie dite de « création à partir de rien ») pour tenter de décrire à l'aide de la physique quantique un début en douceur de l'espace-temps. Au lieu de l'aiguille infiniment pointue du Big Bang classique, ces propositions décrivaient quelque chose d'analogue à la mine usée d'un crayon.

Des travaux de Neil Turok, du doctorant **Job Feldbrugge**, et de Jean-Luc Lehnars, de l'Institut Albert-Einstein en Allemagne, ont mis en relief des incohérences mathématiques cruciales dans les propositions d'univers sans frontière et de création à partir de rien.

Ces recherches ont démontré qu'un univers qui aurait émergé en douceur à partir de rien serait « très variable et fluctuant », en contradiction flagrante avec les observations selon lesquelles l'univers est extrêmement uniforme dans l'espace.

Pour obtenir ce résultat, les 3 chercheurs ont dû revoir les fondements du domaine. Ils ont trouvé une nouvelle manière d'utiliser de puissants outils mathématiques mis au point depuis un siècle pour étudier l'interférence quantique de différentes géométries de l'espace-temps. Ces travaux faisaient suite à des recherches précédentes menées par Neil Turok avec **Steffen Gielen** — alors postdoctorant à l'Institut canadien d'astrophysique théorique et à l'Institut Péricimètre, et maintenant membre élu de la Société royale de Londres —, dans lesquelles ils avaient remplacé le concept de « Big Bang classique » par celui de « grand rebond quantique ».

L'équipe essaie maintenant de déterminer quel mécanisme aurait pu endiguer les grandes fluctuations quantiques tout en permettant à notre grand univers de se déployer. Ces travaux supposent que « nous devons soit chercher une autre théorie du tout début de l'univers, soit revoir les modèles les plus élémentaires de la gravitation quantique » [traduction], affirme M. Feldbrugge.

Et Neil Turok d'ajouter : « La découverte de ces incohérences mathématiques nous donne une précieuse indication. Elle nous rapproche d'une nouvelle théorie du Big Bang. » [traduction]

### Références

MIAO, H. (Université de Birmingham), H. YANG (Institut Péricimètre et Université de Guelph) et D. MARTYNOV (Institut de technologie du Massachusetts et Université de Birmingham). « Towards the design of gravitational-wave detectors for probing neutron-star physics », *Physical Review D*, vol. 98, 2018, article n° 044044; arXiv : 712.07345.

FELDBRUGGE, J. (Institut Péricimètre), J.-L. LEHNARS (Institut Max-Planck de physique gravitationnelle – Institut Albert-Einstein) et N. TUROK (Institut Péricimètre). « No rescue for the no-boundary proposal: Pointers to the future of quantum cosmology », *Physical Review D*, vol. 97, 2018, article n° 023509; arXiv : 1708.05104.

FELDBRUGGE, J. (Institut Péricimètre), J.-L. LEHNARS (Institut Max-Planck de physique gravitationnelle – Institut Albert-Einstein) et N. TUROK (Institut Péricimètre). « Inconsistencies of the New No-Boundary Proposal », *Universe*, vol. 4, 2018, n° 10, p. 100; arXiv : 1805.01609

## PROFESSEURS ASSOCIÉS À L'INSTITUT PÉRICIMÈTRE

(nommés conjointement avec d'autres institutions)

**Niyesh Afshordi** (Université de Waterloo)

**Alexander Braverman** (Université de Toronto)

**Avery Broderick**, titulaire de la chaire Famille-Delaney-John-Archibald-Wheeler de physique théorique (Université de Waterloo)

**Alex Buchel** (Université Western)

**Raffi Budakian** (Institut d'informatique quantique de l'Université de Waterloo – IQC)

**Cliff Burgess** (Université McMaster)

**David Cory** (IQC)

**Matthew Johnson** (Université York)

**Raymond Laflamme** (IQC)

**Sung-Sik Lee** (Université McMaster)

**Matilde Marcolli** (Université de Toronto)

**Roger Melko** (Université de Waterloo)

**Michele Mosca** (IQC)

**Ue-Li Pen** (Institut canadien d'astrophysique théorique de l'Université de Toronto)

**Will Percival** (Université de Waterloo)

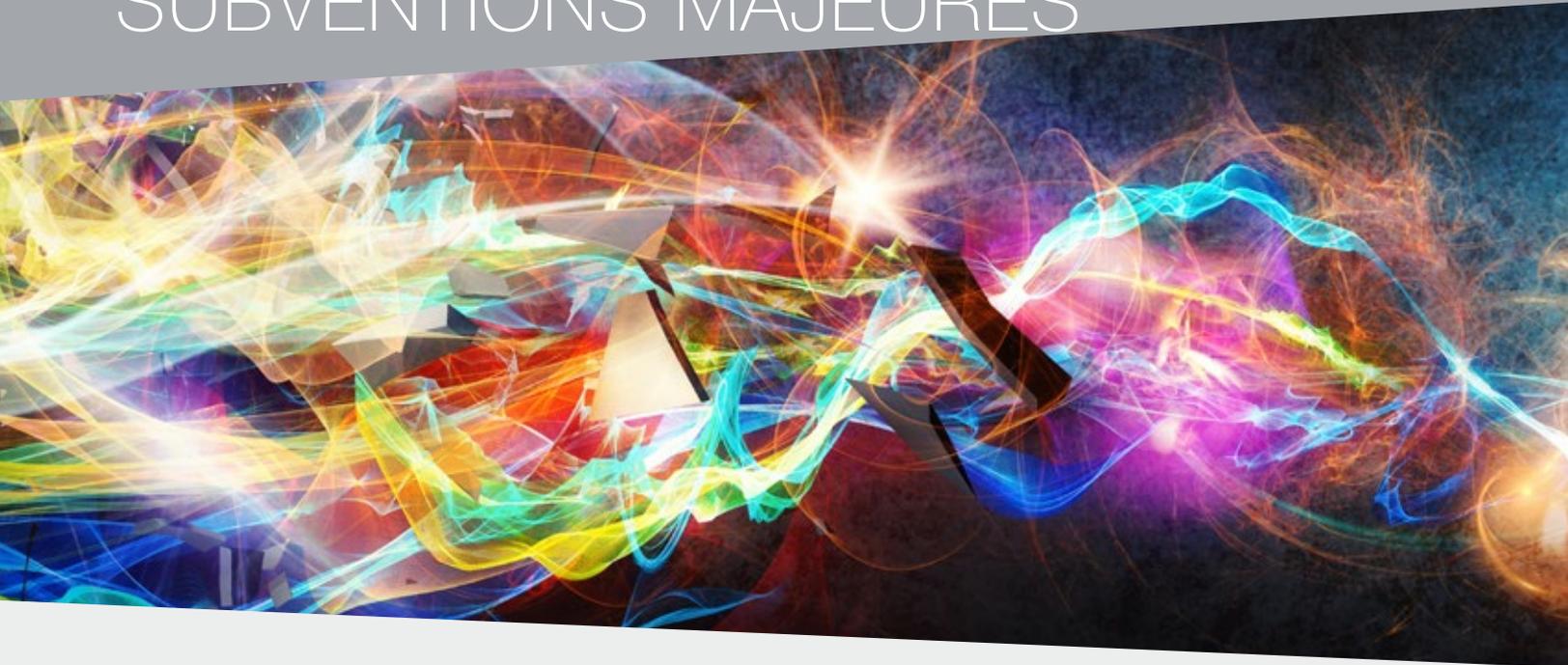
**Maxim Pospelov** (Université de Victoria)

**Ben Webster** (Université de Waterloo)

**Huan Yang** (Université de Guelph)

**Jon Yard** (Université de Waterloo)

# PRIX, DISTINCTIONS ET SUBVENTIONS MAJEURES



- **Kendrick Smith**, titulaire de la chaire Famille-Daniel-P.-James-E.-Peebles de physique théorique, a été l'un des lauréats du Prix du progrès scientifique (*Breakthrough Prize*) 2018 de physique fondamentale, en tant que l'un des 27 membres de l'équipe de l'observatoire spatial WMAP (*Wilkinson Microwave Anisotropy Probe* – Sonde Wilkinson de l'anisotropie du rayonnement fossile).
- Le professeur associé **Raymond Laflamme** a été nommé officier de l'Ordre du Canada, l'une des plus hautes distinctions civiles du pays.
- **Neil Turok**, directeur de l'Institut Périmètre et titulaire de la chaire Mike-et-Ophelia-Lazaridis-Niels-Bohr de physique théorique, a été nommé officier honoraire de l'Ordre du Canada.
- **Subir Sachdev**, titulaire de la chaire Cenovus-Energy-James-Clerk-Maxwell de physique théorique (à titre de chercheur invité), a reçu le prix Lars-Onsager 2018 de la Société américaine de physique.
- **Pedro Vieira**, titulaire de la chaire Clay-Riddell-Paul-Dirac de physique théorique, et l'adjoint invité **Zohar Komargodski** ont obtenu le prix international Raymond-et-Beverly-Sackler 2018 de physique remis par l'Université de Tel Aviv.
- **Kevin Costello**, titulaire de la chaire Krembil-William-Rowan-Hamilton de physique théorique, a été élu membre de la Société royale de Londres.
- **Charles Bennett** et **Peter Shor**, titulaires de chaires de chercheur invité distingué, ont reçu la médaille et le prix Dirac 2017 du Centre international Abdus-Salam de physique théorique.
- **Charles Bennett**, titulaire d'une chaire de chercheur invité distingué, a obtenu le prix Wolf de physique 2018.
- **Xiao-Gang Wen**, titulaire d'une chaire de chercheur invité distingué, a été élu membre de l'Académie nationale des sciences des États-Unis.
- Pour la 4<sup>e</sup> année consécutive, le professeur **Robert Myers** a été cité dans la liste des esprits scientifiques les plus influents au monde (*Highly Cited Researchers 2017*) compilée par Clarivate Analytics. **Juan Ignacio Cirac** et **Ashvin Vishwanath**, titulaires de chaires de chercheur invité distingué, figurent également dans cette liste.



- **Neil Turok** et l'ancien postdoctorant **Steffen Gielen** ont remporté en 2017 le 2<sup>e</sup> prix de cosmologie Buchalter de la Société américaine d'astronomie. Le professeur associé **Cliff Burgess** et le doctorant associé **Peter Hayman** ont obtenu le 3<sup>e</sup> prix avec leurs collaborateurs. Des chercheurs de l'Institut Péricimètre ont été honorés chaque année depuis la création de ces prix.
- **Asimina Arvanitaki**, titulaire de la chaire Fondation-Stavros-Niarchos-Aristarque de physique théorique, a remporté le prix scientifique international Giuseppe-Siacca 2017.
- Le professeur associé **Michele Mosca** a été fait chevalier de l'Ordre du Mérite par le gouvernement italien pour ses contributions aux progrès de l'informatique quantique.
- Des scientifiques de l'Institut Péricimètre ont obtenu plus de **3,2 millions de dollars** en subventions de recherche de la part d'organismes tels que le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada ainsi que la Fondation Simons.

## L'INSTITUT PÉRICIMÈTRE RECONNU POUR ATTIRER DES TALENTS

Des anciens des programmes de formation scientifique de l'Institut Péricimètre travaillent dans de nombreux domaines au-delà de la physique, dont la technologie, la finance, l'administration gouvernementale, les soins de santé, etc.

En 2018, cet impact considérable a été reconnu lorsque l'Institut Péricimètre a remporté le prix de la catégorie « main-d'œuvre » de Creative Destruction Lab (CDL), programme de l'École de gestion Rotman de l'Université de Toronto qui aide à la croissance de nouvelles entreprises à caractère scientifique. CDL a souligné les effets positifs des programmes de formation de l'Institut Péricimètre sur le marché de la main-d'œuvre très qualifiée, qui joue un rôle crucial dans la croissance économique.

James Forrest, directeur des programmes d'enseignement de l'Institut Péricimètre, a accepté le prix. « CDL a convenu que l'utilité de ces travaux ne se mesure pas toujours à la mise au point de produits dans l'immédiat, ou même dans un avenir rapproché, et que le recrutement et la formation de jeunes talents du monde entier apportent des bénéfices considérables, a-t-il déclaré. Je crois que cet honneur souligne essentiellement notre capacité à attirer des talents. »

[traduction]

# RECRUTEMENT

## QUELQUES STATISTIQUES

L'Institut Péricètre compte le plus grand nombre de chercheurs en physique théorique au monde :

**25** professeurs à plein temps, dont **9** titulaires de chaire de recherche de l'Institut Péricètre

**19** professeurs associés nommés conjointement avec des universités partenaires, dont **1** titulaire de chaire de recherche de l'Institut Péricètre

**51** titulaires de chaire de chercheur invité distingué

**46** adjoints invités

**61** postdoctorants

**84** étudiants diplômés<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dont 53 doctorants, 30 étudiants à la maîtrise dans le cadre du programme PSI (*Perimeter Scholars International* – Boursiers internationaux de l'Institut Péricètre) et 1 étudiant supplémentaire à la maîtrise. Tous ces chiffres correspondent à la situation de l'Institut Péricètre au 31 juillet 2018.



Des étudiants à la maîtrise venus de l'Équateur, de l'Irlande et de la Nouvelle-Zélande ont en commun d'aimer les frites et la théorie quantique des champs. À une table voisine, un postdoctorant récemment arrivé fait part de ses idées sur la théorie des cordes à l'un des fondateurs du domaine. Autrement dit, c'est la routine au bistro *Black Hole*, cœur battant de l'Institut Péricètre, où près de 200 chercheurs résidants et étudiants se mêlent aux plus de 1 000 scientifiques invités reçus chaque année. Moins de 20 ans après sa fondation, l'Institut Péricètre est devenu le plus grand centre indépendant de physique théorique au monde et attire bon nombre des meilleurs scientifiques de la planète.

## CHAIRES DE RECHERCHE DE L'INSTITUT PÉRICÈTRE

Portant les noms de scientifiques légendaires dont les idées ont contribué à définir la physique, les chaires de recherche de l'Institut Péricètre sont occupées par des pionniers dans leur domaine. Cette année, l'Institut a nommé le cosmologiste **Kendrick Smith** titulaire de la chaire Famille-Daniel-P.-James-E.-Peebles de physique théorique, financée par la Fondation de la famille Daniel. Il est le 10<sup>e</sup> titulaire d'une chaire de recherche de l'Institut Péricètre.

M. Smith est un scientifique brillant au profil unique. Il détient des doctorats en mathématique et en physique, et a travaillé comme

réalisateur de logiciels. Cette combinaison lui donne une position de choix dans le contexte actuel d'explosion des données en cosmologie. Avant d'arriver à l'Institut Péricètre en 2012, en provenance de l'Université de Princeton, il avait déjà obtenu des résultats importants, dont la première détection de l'effet lenticulaire gravitationnel dans le rayonnement fossile, et s'était fait connaître au sein de plusieurs équipes d'expérimentateurs. Il a récemment été l'un des lauréats du Prix du progrès scientifique (*Breakthrough Prize*) 2018 de physique fondamentale, d'une valeur de 3 millions de dollars, en tant que membre de l'équipe de l'observatoire spatial WMAP (*Wilkinson Microwave Anisotropy Probe* – Sonde Wilkinson de l'anisotropie du rayonnement fossile).

Kendrick Smith travaille sur CHIME (*Canadian Hydrogen Intensity Mapping Experiment* – Expérience canadienne de cartographie d'intensité de l'hydrogène), radiotélescope construit en Colombie-Britannique pour répondre à des questions fondamentales d'astrophysique et de cosmologie. Il a joué un rôle important dans l'écriture du logiciel qui fait fonctionner le télescope, adaptant ce dernier à la détection d'événements mystérieux appelés *sursauts radio rapides*. Les résultats sont encore à venir, mais l'expérience suscite l'enthousiasme des scientifiques, et ce télescope innovateur et peu coûteux a déjà fait du Canada un chef de file en cosmologie. Kendrick Smith joue également un rôle-clé dans la mise sur pied du **Centre de recherches de l'Institut Péricètre sur l'univers**.



## TITULAIRES DE CHAIRE DE CHERCHEUR INVITÉ DISTINGUÉ

**Scott Aaronson**, Université du Texas à Austin  
**Yakir Aharonov**, Université Chapman et Université de Tel Aviv  
**Nima Arkani-Hamed**, Institut d'études avancées de Princeton  
**Abhay Ashtekar**, Université d'État de Pennsylvanie  
**Leon Balents**, Université de la Californie à Santa Barbara  
**James Bardeen**, Université de l'État de Washington  
**Ganapathy Baskaran**, Institut de mathématiques de Chennai  
**Charles H. Bennett**, Centre de recherche Thomas-J.-Watson d'IBM  
**Edo Berger**, Université Harvard  
**Patrick Brady**, Université du Wisconsin à Milwaukee  
**Alessandra Buonanno**, Institut Max-Planck de physique gravitationnelle (Institut Albert-Einstein) et Université du Maryland à College Park  
**John Cardy**, Université de la Californie à Berkeley et Université d'Oxford  
**Juan Ignacio Cirac**, Institut Max-Planck d'optique quantique  
**Lance Dixon**, Université Stanford  
**Matthew Fisher**, Université de la Californie à Santa Barbara  
**Dan Freed**, Université du Texas à Austin  
**Katherine Freese**, Université du Michigan  
**S. James Gates fils**, Université Brown  
**Gabriela González**, Université d'État de Louisiane  
**Duncan Haldane**, Université de Princeton  
**Patrick Hayden**, Université Stanford  
**Joseph Incandela**, Université de la Californie à Santa Barbara  
**Ted Jacobson**, Université du Maryland à College Park  
**Shamit Kachru**, Université Stanford  
**Anton Kapustin**, Institut de technologie de la Californie  
**Adrian Kent**, Université de Cambridge  
**Renate Loll**, Université Radboud de Nimègue  
**John March-Russell**, Université d'Oxford  
**Ramesh Narayan**, Université Harvard  
**Sandu Popescu**, Université de Bristol  
**Frans Pretorius**, Université de Princeton  
**Nathan Seiberg**, Institut d'études avancées de Princeton  
**Peter Shor**, Institut de technologie du Massachusetts  
**Iakov (Yan) Soibelman**, Université d'État du Kansas  
**Dam Thanh Son**, Université de Chicago  
**Paul Steinhardt**, Université de Princeton  
**Andrew Strominger**, Université Harvard  
**Raman Sundrum**, Université du Maryland à College Park  
**Leonard Susskind**, Université Stanford  
**Gerard 't Hooft**, Université d'Utrecht  
**Barbara Terhal**, Université de technologie de Delft  
**Senthil Todadri**, Institut de technologie du Massachusetts  
**William Unruh**, Université de la Colombie-Britannique  
**Frank Verstraete**, Université de Vienne et Université de Gand  
**Ashvin Vishwanath**, Université Harvard  
**Zhengan Wang**, Station Q de la Division de la recherche de Microsoft  
**Xiao-Gang Wen**, Institut de technologie du Massachusetts  
**Steven White**, Université de la Californie à Irvine  
**Mark Wise**, Institut de technologie de la Californie  
**Matias Zaldarriaga**, Institut d'études avancées de Princeton  
**Alexander Zamolodchikov**, Université d'État de New York à Stony Brook

## PROFESSEURS À PLEIN TEMPS

Cette année, l'Institut périmètre a accueilli 4 nouveaux professeurs. **Neal Dalal** et **William East** sont les premières recrues rattachées au Centre de recherches sur l'univers, alors que **Yin-Chen He** et **Timothy Hsieh** sont des meneurs de la nouvelle Initiative de l'Institut Périmètre sur la matière quantique (voir à la page 11).

Neal Dalal s'est joint à l'Institut Périmètre en octobre 2017, en provenance de l'Université de l'Illinois à Urbana-Champaign, où il était professeur adjoint depuis 2011. Ses recherches portent sur la physique fondamentale de la cosmologie, la structure de l'univers et la formation des galaxies, et se situent souvent à la jonction de la théorie et de l'expérimentation. Il a également créé à partir de données cosmologiques plusieurs tests portant sur la nature de la matière sombre.



William East fait appel à des méthodes numériques et à l'informatique de haute performance pour étudier des phénomènes astrophysiques violents — tels que les fusions de trous noirs et les collisions d'étoiles denses —, afin de tester des modèles actuels de l'univers. Il s'est joint au corps professoral de l'Institut Péricètre en janvier 2018.

Timothy Hsieh est arrivé à l'Institut Péricètre en provenance de l'Institut Kavli de physique théorique de l'Université de la Californie à Santa Barbara. Ses recherches portent sur les matériaux, l'intrication et la dynamique quantiques.

Yin-Chen He est arrivé en juillet 2018 en provenance de l'Université Harvard, où il était boursier Gordon-et-Betty-Moore. C'est un chercheur dans le domaine de la matière condensée qui s'intéresse aux liquides de spin, aux états topologiques et aux simulations numériques.

L'Institut Péricètre compte maintenant 25 professeurs à plein temps qui couvrent tout le spectre de la physique théorique. L'an prochain, l'Institut s'attend à accueillir au moins une nouvelle recrue : **Chong Wang**, de l'Université Harvard. Ce chercheur dans le domaine de la matière condensée renforcera la nouvelle Initiative de l'Institut Péricètre sur la matière quantique.

## PROFESSEURS ASSOCIÉS

*« Il faut un bon groupe de théoriciens pour aller de pair avec un bon groupe d'observateurs. La combinaison du nouveau groupe de recherche à l'Université de Waterloo et de l'expertise disponible à l'Institut Péricètre sera formidable. » [traduction]*

*– Will Percival, professeur associé à l'Institut Péricètre et titulaire d'une chaire de recherche en astrophysique à l'Université de Waterloo*

L'Institut Péricètre collabore avec ses partenaires universitaires à la création de postes de professeurs nommés conjointement. Ensemble, nous unissons nos efforts de recrutement, nous attirons des talents parmi les meilleurs au monde, et nous contribuons à faire du Canada un chef de file international en physique fondamentale.

Cette année, l'Institut Péricètre a accueilli 3 nouveaux professeurs associés, venus des États-Unis et du Royaume-Uni. L'Institut compte maintenant 19 professeurs associés, nommés conjointement avec 7 universités canadiennes.

**Huan Yang** est arrivé en septembre 2017 en provenance de l'Université de Princeton, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université de Guelph. Cet expert des trous noirs et des ondes gravitationnelles, entre autres domaines, est membre du Centre de recherches de l'Institut Péricètre sur l'univers.

En mars 2018, l'Institut a accueilli l'éminent astrophysicien **Will Percival**, auparavant de l'Université de Portsmouth, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université de Waterloo. Il travaille à la jonction de l'astrophysique (sur les plans de la théorie et de l'observation) et de la cosmologie. Il se consacre en particulier à

l'étude des galaxies. Il est membre principal des expériences DSEI (*Dark Energy Spectroscopic Instrument* – Spectroscopie de l'énergie sombre), eBOSS (*Extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey* – Suivi spectroscopique étendu des oscillations baryoniques) et Euclid.

**Matilde Marcolli** s'est jointe à l'Institut Péricètre en janvier 2018, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université de Toronto, après avoir été pendant une dizaine d'années professeure à l'Institut de technologie de la Californie. En plus de renforcer les capacités de l'Institut Péricètre en mathématiques, elle mène des recherches en linguistique informatique, en physique des particules, en gravitation quantique et en cosmologie.

## CHAIRES DE CHERCHEUR INVITÉ DISTINGUÉ

L'Institut Péricètre est la seconde résidence de recherche de plus de 50 physiciens parmi les plus grands au monde. Les titulaires de chaire de chercheur invité distingué sont nommés pour des mandats renouvelables de 3 ans et font des séjours prolongés à l'Institut Péricètre, tout en conservant leur poste dans leur établissement d'origine.

Ce programme unique en son genre élargit la communauté scientifique de l'Institut Péricètre en incluant bon nombre des pionniers du domaine. Pendant leurs séjours, ces scientifiques participent à tous les aspects de la vie de l'Institut, notamment en organisant des conférences, en animant des séminaires et en collaborant avec des chercheurs résidants. Ils contribuent ainsi au dynamisme de l'Institut Péricètre. Libérés de leurs tâches habituelles d'enseignement et d'administration, les titulaires de chaire de chercheur invité distingué disent que le temps passé à l'Institut Péricètre est très productif. Certains, comme la récente recrue Matilde Marcolli, décident même de se fixer en permanence à l'Institut.

Cette année, l'Institut Péricètre a nommé 1 nouveau titulaire de chaire de chercheur invité distingué et a renouvelé le mandat de 16 autres. L'Institut en compte maintenant 51, dont des sommités comme **Abhay Ashtekar**, **Charles H. Bennett**, **Katherine Freese** et **S. James Gates fils**, qui couvrent toutes les branches de la physique théorique.

*Le programme de chaires de chercheur invité distingué bénéficie de l'appui de Cenovus Energy.*

## ADJOINTS INVITÉS

Le programme d'adjoints invités constitue un autre moyen pour l'Institut Péricètre de créer des liens avec la communauté scientifique élargie tout en diversifiant la sienne, en amenant des chercheurs accomplis pour des séjours réguliers à l'Institut. Comme les titulaires de chaire de chercheur invité distingué, les adjoints invités sont nommés pour des termes renouvelables, conservent leur poste dans leur établissement d'origine et enrichissent le milieu de recherche de l'Institut Péricètre pendant des séjours de recherche prolongés.

Cette année, l'Institut a accueilli 17 nouveaux adjoints invités et a renouvelé le mandat de 7 autres. Il compte maintenant 46 adjoints invités, qui couvrent une vaste gamme de domaines.

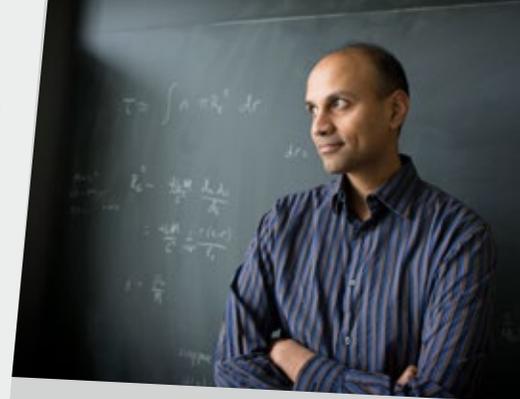
## POSTDOCTORANTS

Pour s'attaquer à certains des problèmes les plus difficiles de la physique, il faut de la créativité et des perspectives nouvelles. Les scientifiques en début de carrière sont donc particulièrement bien placés pour faire avancer leur domaine. C'est pourquoi l'Institut Péricètre accueille le plus grand nombre de postdoctorants indépendants en physique théorique au monde — et ce nombre continue d'augmenter.

Cette année, dans la foulée de la création de son Centre de recherches sur l'univers, l'Institut Péricètre a créé les bourses S.W.-Hawking, P.J.E.-Peebles, et Ya-B.-Zel'dovich. Ces bourses reviendront à de jeunes scientifiques exceptionnels qui, espère-t-on, formeront une nouvelle génération de pionniers.

En 2017-2018, 23 nouveaux postdoctorants se sont joints à l'Institut Péricètre, et 17 autres ont été recrutés pour l'année suivante — dont 5 ont été recrutés conjointement avec l'Université de Toronto ou l'Institut d'informatique quantique de l'Université de Waterloo.

Comme membres à part entière de la communauté de chercheurs, les postdoctorants bénéficient de possibilités sans égales : liberté scientifique totale, encouragement à entreprendre des travaux ambitieux qui définiront leur carrière, mentorat de scientifiques établis. Ils ont les ressources nécessaires pour inviter des collaborateurs, organiser des conférences et présenter des exposés à l'étranger. Cette autonomie rapporte des dividendes : dans un marché universitaire très concurrentiel partout dans le monde, 5 finissants en postdoctorat ont obtenu en 2017-2018 des postes de professeur menant à la permanence.



## NEAL DALAL : FOUILLER DANS DES DONNÉES COSMIQUES

Lorsqu'il était enfant, **Neal Dalal** imaginait qu'il pourrait être paléontologue, triant des os et des fossiles pour aider à cartographier l'histoire de la vie sur la Terre.

Au lieu de cela, il a fini par étudier l'histoire à une échelle beaucoup plus vaste. Comme cosmologiste, il creuse dans des galaxies lointaines et anciennes ainsi que dans le rayonnement issu du Big Bang pour comprendre les origines et l'évolution de l'univers.

Neal Dalal est devenu professeur à l'Institut Péricètre en octobre 2017, se joignant au Centre de recherches sur l'univers, groupe de recherche interdisciplinaire mis sur pied pour aborder les questions les plus difficiles de la cosmologie.

Il espère renforcer les liens de l'Institut Péricètre avec plusieurs expériences majeures en cours dans le monde, dont les observations à grande échelle de galaxies qui serviront à étudier l'énergie sombre et à cartographier la géométrie de l'espace.

En plus de s'attaquer à des questions cosmologiques, Neal Dalal espère aussi relever le défi très humain de combler le fossé en matière de communication qu'il peut y avoir entre spécialistes.

« La communication peut être difficile, parce que les gens utilisent des termes différents pour parler des mêmes choses, explique-t-il. Souvent, on réalise des progrès du simple fait de pouvoir faire la traduction d'une spécialité à une autre, et vice versa. » [traduction]

# FORMER LA PROCHAINE GÉNÉRATION

## CORPS PROFESSORAL DU PROGRAMME PSI EN 2017-2018

**James Forrest** (directeur), Institut Péricimètre et Université de Waterloo

**Tibra Ali**, Institut Péricimètre

**Cliff Burgess**, Institut Péricimètre et Université McMaster

**Freddy Cachazo** (titulaire de la chaire Gluskin-Sheff-Freeman-Dyson), Institut Péricimètre

**Kevin Costello** (titulaire de la chaire Krembil-William-Rowan-Hamilton), Institut Péricimètre

**François David**, Institut de physique théorique et CEA à Saclay

**Maïté Dupuis**, Institut Péricimètre

**Joseph Emerson**, Institut d'informatique quantique de l'Université de Waterloo (IQC)

**Davide Gaiotto** (titulaire de la chaire Krembil-Gallée), Institut Péricimètre

**Daniel Gottesman**, Institut Péricimètre

**Ruth Gregory**, Université de Durham

**Alioscia Hamma**, Université du Massachusetts à Boston

**Lauren Hayward Sierens**, Institut Péricimètre

**David Kubiznak**, Institut Péricimètre

**Eduardo Martin-Martinez**, IQC

**Kendrick Smith** (titulaire de la chaire Famille-Daniel-P.-James-E.-Peebles), Institut Péricimètre

**Robert Spekkens**, Institut Péricimètre

**Rakesh Tiwari**, Université McGill

**Sean Tulin**, Université York

**Neil Turok** (titulaire de la chaire Mike-et-Ophelia-Lazaridis-Niels-Bohr), Institut Péricimètre

**Dan Wohns**, Institut Péricimètre

**Gang Xu**, Institut Péricimètre

## LE PROGRAMME PSI

*« Je n'étais plus la femme du groupe, j'étais une femme dans le groupe. » [traduction]*

– Katarina Martinovic, majeure de la promotion 2017-2018 du programme PSI

Les jeunes esprits brillants sont les forces vives de la science. Le programme PSI (*Perimeter Scholars International* – Boursiers internationaux de l'Institut Péricimètre) est devenu l'un des programmes de maîtrise en physique théorique les plus recherchés au monde, avec chaque année plus de 500 candidats pour environ 30 places. Les participants passent 10 mois intenses à explorer le spectre complet de la physique théorique de pointe, de la physique quantique à la cosmologie de l'univers primitif.

L'étendue du programme PSI est unique en son genre, de même que l'accent qu'il met sur la collaboration plutôt que la compétition, et sur la résolution de problèmes plutôt que la simple acquisition de connaissances. Les participants développent des aptitudes qui vont bien leur servir en milieu universitaire ou ailleurs, notamment la pensée critique et l'élaboration de modèles informatiques. Les étudiants qui complètent le programme reçoivent un diplôme de maîtrise de l'Université de Waterloo, partenaire du programme, et un certificat du programme PSI de l'Institut Péricimètre.

En 2017-2018, le programme PSI a formé 30 étudiants, dont 13 femmes, provenant de 22 pays. Parmi les finissants, 5 sont restés au Canada pour faire un doctorat, dont 4 à l'Institut Péricimètre. D'autres poursuivent leurs études dans des institutions de renommée mondiale, dont l'Institut de technologie de la Californie, l'Université Stanford et l'Université de la Californie à Santa Barbara.

Ce programme continue d'être très populaire : sur plus de 500 candidats pour la promotion de 2018-2019 seulement 7 % ont reçu une offre, que plus de 94 % de ceux-ci ont acceptée, soit un taux plus élevé que celui de pratiquement toutes les institutions de calibre international. La prochaine promotion comprendra 34 étudiants, dont 10 femmes, provenant de 23 pays.

*En 2017-2018, le programme PSI a bénéficié du généreux soutien des personnes et organismes suivants : Joanne Cuthbertson et Charlie Fischer; la Fondation du patrimoine hellénique; Maplesoft; Brad et Kathy Marsland; Margaret et Larry Marsland; la Fondation familiale Savvas-Chamberlain; des membres du Cercle Emmy-Noether.*





« C'est le programme PSI qui m'a fait venir au Canada. Mon directeur de recherches, Roger Melko, et l'Institut Péricètre m'ont amenée à choisir de rester ici pour mon doctorat. » [traduction]

– Anna Golubeva, doctorante à l'Institut Péricètre et diplômée du programme PSI en 2017

## DOCTORANTS

Beaucoup des étudiants étrangers de premier plan qui viennent au Canada pour le programme PSI y restent par la suite. Près des deux tiers des doctorants résidant à l'Institut ont complété le programme PSI. Cela signifie qu'ils y trouvent des directeurs de thèse avec qui ils souhaitent travailler en restant sur place. C'est une bonne chose non seulement pour l'Institut Péricètre, mais aussi pour les universités canadiennes partenaires où ces étudiants reçoivent leur doctorat et pour les entreprises canadiennes où ils poursuivent leur carrière.

Les doctorants de l'Institut Péricètre sont formés dans un milieu de recherche de classe mondiale et ont des occasions inégalées d'échanger avec des chefs de file de la recherche. Ils sont encouragés à poursuivre des recherches originales, tout en acquérant des compétences étendues, très utiles et recherchées, en analyse, en résolution de problèmes et en études quantitatives. Ils ont par la suite des carrières fructueuses dans les milieux de la recherche universitaire, de la finance, de la technologie, de l'administration publique, etc.

Dix candidats dirigés par des professeurs de l'Institut Péricètre ont obtenu leur doctorat d'universités partenaires en 2017-2018. La plupart d'entre eux ont remporté des bourses postdoctorales dans des institutions de premier plan, dont l'Institut de technologie du Massachusetts, l'Université d'État de New York à Stony Brook et l'Institut d'informatique quantique de l'Université de Waterloo. D'autres poursuivent une carrière dans des entreprises telles que BMO Marchés des capitaux.

À la fin de l'année écoulée, l'Institut Péricètre comptait 53 doctorants résidants. Douze autres doctorants résidant dans des universités partenaires étaient dirigés par des professeurs associés à l'Institut Péricètre.

En 2017-2018, 2 doctorants de l'Institut ont obtenu des bourses de la Fondation familiale de Peter et Shelagh Godsoe pour jeune talent exceptionnel.

## ADJOINTS DIPLÔMÉS INVITÉS

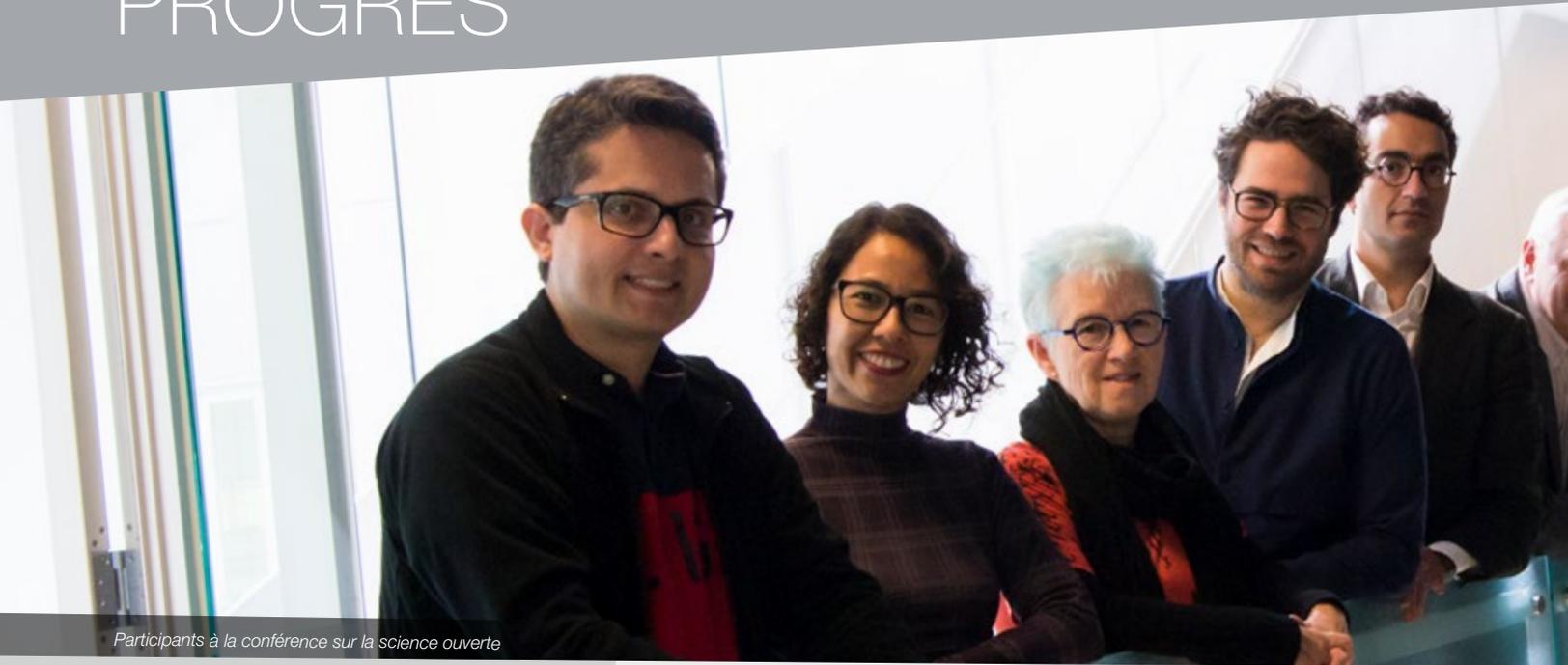
Le programme d'adjoints diplômés invités de l'Institut Péricètre donne à des doctorants avancés du monde entier la possibilité de faire des séjours prolongés à l'Institut et d'échanger avec des chercheurs de premier ordre à un moment charnière de leur formation. Ces jeunes chercheurs bénéficient du milieu dynamique de recherche de l'Institut et y contribuent tout à la fois, et les collaborations qu'ils mettent en marche s'étendent généralement au-delà de leur séjour à l'Institut.

En 2017-2018, ce programme a continué de croître : l'Institut Péricètre a accueilli 44 adjoints diplômés invités, qui ont fait en tout 47 séjours scientifiques. Ces séjours sont généralement assez longs : les adjoints diplômés invités sont restés en moyenne plus de 4 mois à l'Institut.

« Je suis venu au Canada parce que, selon moi, ce pays soutient fortement la recherche fondamentale en physique. » [traduction]

– David Schmid, doctorant à l'Institut Péricètre et boursier Vanier 2018

# CATALYSER DE RAPIDES PROGRÈS



Participants à la conférence sur la science ouverte

## QUELQUES STATISTIQUES

En **2017-2018**,  
l'Institut Périmètre a...

tenu **20** conférences et ateliers,  
auxquels ont participé  
**713** scientifiques  
du monde entier

présenté **290** exposés  
scientifiques  
(**261** séminaires  
et **29** colloques)

organisé **8** conférences et  
ateliers conjoints à l'Institut  
et en a parrainé  
**11** autres ailleurs  
(dont **10** au Canada)

## CONFÉRENCES ET ATELIERS

La physique progresse rapidement, alors que des projets de grande envergure tels que le Grand collisionneur de hadrons au CERN, le télescope EHT (*Event Horizon Telescope* – Télescope Horizon des événements) et le télescope CHIME (*Canadian Hydrogen Intensity Mapping Experiment* – Expérience canadienne de cartographie d'intensité de l'hydrogène) fournissent des quantités sans précédent de données à analyser. Ce sont des entreprises gigantesques qui font intervenir des centaines de milliers de scientifiques, de sorte que la collaboration et la communication sont primordiales.

Le programme renommé de conférences de l'Institut Périmètre facilite depuis longtemps ces échanges cruciaux. L'Institut réunit chaque année des centaines de chercheurs — théoriciens et expérimentateurs dans divers domaines — pour tenter de résoudre des problèmes difficiles et faire de rapides progrès. Les conférences portent sur des sujets de pointe ayant un potentiel de résultats importants, et la réputation de son programme permet à l'Institut d'attirer les plus grands spécialistes dans ces domaines. Grâce à sa grande souplesse, l'Institut Périmètre organise souvent des ateliers sur des sujets qui n'ont encore été abordés nulle part ailleurs.

En 2017-2018, 713 scientifiques du monde entier sont venus à l'Institut Périmètre pour participer à 20 conférences et ateliers, dont tous les exposés sont enregistrés et accessibles à un plus vaste auditoire en ligne.

## SÉMINAIRES ET COLLOQUES

Pendant toute l'année, des scientifiques résidants et invités animent des séminaires et colloques qui enrichissent la vie intellectuelle de l'Institut, en faisant connaître la recherche de pointe, en remettant en question des modes de pensée établis et en favorisant la collaboration interdisciplinaire.



Au cours de la dernière année, l'Institut Péricimètre a tenu 290 rencontres scientifiques (261 séminaires et 29 colloques). Des sommités dans tous les domaines de recherche de l'Institut, dont les titulaires de chaire de chercheur invité distingué **Scott Aaronson**, **Edo Berger**, **Ted Jacobson** et **Mark Wise**, ont fait des exposés dans le cadre de ces rencontres.

## EXPOSÉS DE PHYSIQUE EN LIGNE

Toutes les fois que le système d'archivage en ligne de l'Institut Péricimètre (PIRSA) est arrêté pour l'entretien du serveur, le personnel informatique de l'Institut en entend parler. Que ce soit un professeur de New York ou un étudiant autodidacte du Bangladesh, il semble toujours y avoir quelqu'un ayant un besoin urgent de visionner les exposés les plus récents. Mais cela n'est pas surprenant : ces exposés présentent les idées les plus nouvelles et sont particulièrement précieux pour ceux qui ne sont pas dans de grands centres de recherche.

C'est pourquoi tous les exposés scientifiques présentés à l'Institut Péricimètre sont enregistrés et accessibles sans frais dans la vidéothèque du site Web de l'Institut et dans PIRSA ([pirsa.org](http://pirsa.org)). Ce système d'archives vidéo de plus de 11 000 séminaires, conférences, ateliers et cours, qui peuvent être visionnés et cités, a été mis au point par l'Institut afin de diffuser des connaissances à la communauté scientifique internationale. Il est devenu la plus importante source d'archives vidéo institutionnelles en ligne dans le domaine de la physique théorique.

En 2017-2018, ces archives ont été utilisées par 115 402 visiteurs distincts de plus de 190 pays, pour un total de 867 038 pages consultées.

## LES LOGICIELS LIBRES PEUVENT-ILS CONSTITUER UN MODÈLE POUR LA SCIENCE?

La science se complexifie, et il en va de même des collaborations et réseaux mondiaux nécessaires pour réaliser de grandes percées. De plus en plus de scientifiques font valoir qu'en changeant non seulement la manière de faire de la science, mais aussi de la diffuser, on susciterait beaucoup de nouvelles possibilités.

En mars 2018, des scientifiques, des concepteurs et des entrepreneurs se sont réunis à l'Institut Péricimètre pour voir comment certains des meilleurs principes du mouvement des logiciels libres pourraient s'appliquer à la recherche. Des efforts visant une « science ouverte » sont déjà en cours; les participants à la conférence ont parlé des leçons apprises et des écueils potentiels, et ont défini des avenues à explorer pour mettre sur pied des outils de science ouverte.

« L'accélération du progrès scientifique dépend fortement de notre capacité à créer des réseaux de collaboration », déclare **Bapu Vaitla**, de l'École T.H.-Chan de santé publique de l'Université Harvard, l'un des organisateurs de la conférence. « En démocratisant l'énoncé des problèmes et en invitant tout le monde à contribuer à la solution, on constate que les problèmes sont résolus plus rapidement, que les erreurs sont corrigées sans tarder et que la science progresse plus vite. » [traduction]

# UN CHEF DE FILE MONDIAL

La physique est une entreprise mondiale. C'est pourquoi l'Institut Péricimètre ne vise pas seulement à être un pôle de la physique au Canada, mais aussi à l'échelle internationale.

Les programmes dynamiques de chercheurs invités et d'affiliation de l'Institut favorisent la collaboration. Ses partenariats institutionnels et ses activités de rayonnement international lui permettent d'atteindre la communauté scientifique et de bénéficier de la diversité de pensée nécessaire pour accomplir des progrès majeurs. En renforçant ses liens internationaux, non seulement l'Institut Péricimètre étend sa propre renommée dans le domaine, mais il accélère la réalisation des percées à venir.

## PROGRAMME DE CHERCHEURS INVITÉS

Un flux constant de personnes et idées nouvelles assure la vitalité du milieu de recherche de l'Institut Péricimètre. Avec plus de 400 chercheurs invités par année, qui présentent des exposés ou travaillent tout simplement dans le bistro *Black Hole*, les possibilités de perspectives inédites et de collaborations se multiplient de manière exponentielle.

Les scientifiques invités bénéficient tous de la même équation : des scientifiques de premier plan viennent du monde entier à l'Institut Péricimètre, sachant qu'ils seront exposés à de nouvelles idées — et, surtout, qu'ils auront le temps et l'espace nécessaires pour les développer. Les échanges qui en résultent mènent souvent à de nouvelles collaborations. L'expérience de l'atmosphère unique et du soutien administratif sans égal de l'Institut contribue souvent au succès d'efforts de recrutement.

En 2017-2018, l'Institut Péricimètre a accueilli 424 chercheurs invités, pour un total de 465 séjours scientifiques. Parmi ces chercheurs, il y avait 14 titulaires de chaire de chercheur invité distingué, 22 adjoints invités et 9 boursières Simons-Emmy-Noether. Les autres étaient des invités à court terme — membres affiliés, collaborateurs, conférenciers à des séminaires ou colloques, recrues potentielles. Au cours de la dernière année, de tels séjours ont mené à des recrutements à tous les niveaux. Ce fut notamment le cas des professeurs **Yin-Chen He**, **Timothy Hsieh** et **Chong Wang**.

## MEMBRES AFFILIÉS

Le programme d'affiliation de l'Institut Péricimètre rassemble la communauté canadienne de la physique en offrant à des scientifiques

choisis, provenant d'institutions de tout le pays, la possibilité de faire régulièrement des séjours de collaboration. Le programme intensifie les liens de l'Institut Péricimètre avec plus de 25 centres de recherche canadiens. Pour leur part, les membres affiliés ont accès à la communauté scientifique dynamique de l'Institut.

En 2017-2018, l'Institut Péricimètre a nommé 10 nouveaux membres affiliés et renouvelé le mandat de 53 autres jusqu'en 2020, pour un nombre total de 116 membres affiliés. (Voir la liste complète à la page 63.)

## COLLABORATIONS ET PARTENARIATS

En concluant des partenariats avec des centres de premier plan au Canada et à l'étranger, l'Institut Péricimètre offre des possibilités de collaboration à ses scientifiques tout en renforçant sa position de plaque tournante mondiale de la recherche. L'Institut participe actuellement à plus d'une douzaine de tels partenariats.

En 2017-2018, l'Institut Péricimètre a conclu un nouveau partenariat en vue de promouvoir des échanges scientifiques et des ateliers conjoints avec l'Institut d'études quantiques de l'Université Chapman, en Californie, où **Yakir Aharonov**, titulaire d'une chaire de chercheur invité distingué, est codirecteur. L'Institut Péricimètre a également renouvelé jusqu'en 2021 un partenariat semblable avec l'École internationale supérieure d'études avancées (SISSA), en Italie.

En mai 2018, l'Institut de recherche canadien Arthur-B.-McDonald de physique des astroparticules a été officiellement inauguré à l'Université Queen's. L'Institut Péricimètre est l'une des 13 institutions affiliées à ce nouvel institut. Nommé en l'honneur du colauréat du prix Nobel de physique 2015 (et membre du conseil d'administration de l'Institut Péricimètre), l'Institut McDonald sera un pôle national de physique des astroparticules. Des chercheurs de l'Institut Péricimètre y feront des séjours de recherche en collaboration.

Avec son Centre de recherches sur l'univers, mis sur pied en novembre 2017 grâce à une donation d'un philanthrope anonyme, l'Institut Péricimètre renforce ses liens avec de nombreux centres d'expérimentation et d'observation, dont le télescope EHT (*Event Horizon Telescope* – Télescope Horizon des événements), le télescope SKA (*Square Kilometre Array* – Réseau d'un kilomètre carré), le LIGO (*Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory* – Observatoire d'ondes gravitationnelles par interférométrie laser) et le télescope CHIME (*Canadian Hydrogen Intensity Mapping Experiment* – Expérience canadienne de cartographie d'intensité de l'hydrogène).

Enfin, le partenariat WGSi (*Waterloo Global Science Initiative*) entre l'Institut Péricètre et l'Université de Waterloo a organisé le sommet Génération ODD pour concevoir un plan d'action en vue de réaliser les objectifs de développement durable (ODD) des Nations Unies au Canada et à l'étranger.

## RAYONNEMENT INTERNATIONAL

Le talent ignore les frontières nationales. C'est pourquoi l'Institut Péricètre collabore au soutien de centres émergents d'excellence dans des pays en voie de développement. L'Institut encourage les échanges scientifiques et l'expression de nouvelles voix en physique et en mathématiques.

En 2017-2018, l'Institut Péricètre a continué de fournir son appui à ses 2 principaux partenaires de rayonnement international : l'AIMS-NEI, réseau panafricain de centres dispensant une formation mathématique et scientifique avancée à des diplômés africains exceptionnels; l'Institut sud américain de recherche fondamentale (SAIFR), centre émergent d'excellence en physique théorique situé à l'Université de l'État de São Paulo (UNESP), au Brésil. Des chercheurs de l'Institut Péricètre continuent d'enseigner à l'AIMS et au SAIFR.

L'Institut Péricètre partage aussi son expertise en matière de diffusion des connaissances. Ces efforts se sont intensifiés au cours de la dernière année : en plus d'animer plusieurs ateliers au Brésil, l'Institut a commencé à faire traduire ses troupes pédagogiques en portugais et aide le SAIFR à mettre sur pied un réseau d'enseignants qui pourra en étendre grandement la portée en Amérique du Sud. Le personnel de l'Institut Péricètre a également entamé des discussions concernant la formation d'un réseau d'enseignants au Rwanda, siège de l'AIMS-NEI.

## ADIEU, STEPHEN HAWKING

*« L'Institut Péricètre est maintenant l'un des principaux centres de physique théorique au monde, sinon le principal centre. » [traduction]*

– Stephen Hawking

Avec le décès de **Stephen Hawking**, survenu le 14 mars 2018, le monde a perdu une icône. L'Institut Péricètre a perdu un collègue, un ami et un promoteur.

Stephen Hawking a été le premier titulaire d'une chaire de chercheur invité distingué de l'Institut Péricètre et a effectué 2 longs séjours de recherche à l'Institut, collaborant avec des scientifiques résidants et prononçant une conférence publique télévisée.

En 2011, l'Institut Péricètre a ouvert le Centre Stephen-Hawking — le seul bâtiment au monde auquel M. Hawking ait donné son nom. Et à la fin 2017, il a donné à nouveau son nom pour la création de la bourse postdoctorale S.W. Hawking de l'Institut Péricètre, qui sera accordée à un jeune cosmologiste théoricien exceptionnel.

« La vie de Stephen a été sous plusieurs aspects héroïque. Il a été un brillant visionnaire en physique théorique, définissant un programme de recherche incroyablement audacieux dans ce domaine », déclare Neil Turok, directeur de l'Institut Péricètre, ami et ancien collègue de Stephen Hawking à l'Université de Cambridge. « Son esprit continuera de vivre en nous tous qui l'avons connu, car nous souhaitons de tout cœur perpétuer les nombreuses et magnifiques qualités humaines qu'il incarnait. » [traduction]



# DIFFUSION DES CONNAISSANCES ET PRÉSENCE AUPRÈS DU PUBLIC

« Évidemment, nous apprenons beaucoup de physique, et c'est vraiment intéressant. Mais en plus, j'ai découvert comment développer une pensée critique et comment poursuivre la création d'un modèle à partir d'une idée. »  
[traduction]

– Marin Schultz, École secondaire centrale catholique, Lethbridge (Alberta), participant à l'ISSYP en 2018



## QUELQUES STATISTIQUES

Plus de **10 millions** d'interactions avec des élèves, grâce à des ressources et programmes pédagogiques

**161** ateliers présentés à plus de **4 600** enseignants au Canada et à l'étranger

**15** exposés *Physica Phantastica* présentés à plus de **3 600** élèves canadiens

Plus de **1,4 million** de visionnements dans YouTube

## L'ÉCOLE INTERNATIONALE D'ÉTÉ POUR JEUNES PHYSIENS ET PHYSIENNES (ISSYP)

Chaque été, l'École internationale d'été de l'Institut Péricètre pour jeunes physiciens et physiciennes immerge au cœur de la communauté scientifique dynamique de l'Institut de futurs scientifiques venus de toutes les régions du Canada et du monde entier. Fait intéressant, **Timothy Hsieh**, récemment recruté comme professeur, est venu pour la première fois à l'Institut Péricètre à titre de participant à l'ISSYP en 2006!

Pour les élèves exceptionnels du secondaire qui y participent, ce n'est pas étonnant que l'ISSYP cristallise souvent un cheminement de carrière. Entourés de jeunes qui partagent la même passion pour la physique, les participants plongent dans la physique moderne, étudiant la mécanique quantique et la relativité restreinte, et abordent des problèmes de recherche actuels sous la direction de certains des scientifiques de premier plan qui tentent de les résoudre.

L'horaire exigeant et chargé comprend des exposés de scientifiques de premier plan, des séances de mentorat, de longues soirées de discussions, ainsi que des visites d'installations expérimentales de pointe telles que SNOLAB (laboratoire sur les neutrinos situé au fond d'une mine à Sudbury) et l'Institut d'informatique quantique de l'Université de Waterloo. Au bout de 2 semaines, les participants repartent l'esprit rempli d'idées nouvelles et riches d'amitiés qui s'étendent dans le monde entier.

Cette année, 18 Canadiens (de 9 provinces et territoires) et 22 élèves étrangers de 14 pays ont participé à la 16<sup>e</sup> mouture de l'ISSYP. Les participants étaient également répartis entre garçons et filles.

*En 2017-2018, l'ISSYP a été rendue possible grâce au généreux et constant soutien de la Fondation RBC, commanditaire principal. Maplesoft, promoteur de la diffusion des connaissances par l'Institut Péricètre, a fourni un appui supplémentaire.*



## EINSTEINPLUS

*« Si davantage d'enseignants peuvent ressentir la même chose, puis la communiquer à leurs élèves, cela pourrait devenir contagieux et contribuer à changer l'enseignement. » [traduction]*

*– Ana Serio, École Vera-Cruz, São Paulo, Brésil,  
participante à EinsteinPlus en 2018*

Pendant une semaine chaque été, l'atelier *EinsteinPlus* de l'Institut Péricimètre transforme en étudiants des enseignants venus de toutes les régions du Canada et du monde entier. Ceux-ci explorent des manières originales de rallumer leur passion de la physique : ils se servent de ballons de plage pour comprendre la dilatation du temps; ils utilisent des seaux d'eau pour aborder les notions de force et de moment; ils travaillent en équipe et font preuve de ténacité pour résoudre une série d'autres problèmes déroutants. Ils sont ensuite capables de transmettre cette même passion à leurs élèves.

C'est une excellente occasion de perfectionnement professionnel qui permet aux enseignants de prendre connaissance des ressources pédagogiques de l'Institut Péricimètre et de s'initier à des méthodes efficaces d'enseignement de la physique moderne. En 2018, l'Institut Péricimètre a accueilli 44 enseignants : 17 Canadiens et 27 étrangers de 11 pays. Pour la première fois, l'atelier *EinsteinPlus* a aussi eu lieu en français grâce à un partenariat avec le Cégep de Trois-Rivières. Cet atelier a été suivi par plusieurs enseignants de l'Alberta et du Québec.

*Maplesoft a appuyé EinsteinPlus.*

*« On peut avoir affaire à des sujets super complexes, mais l'école d'été nous a montré qu'il est possible de les rendre accessibles et ça m'a beaucoup inspiré tout au long de la semaine. »*

*– Roxanne Lemay, École secondaire Chavigny, Trois-Rivières (Québec),  
participante au Cercle scientifique EinsteinPlus en 2018*



## INSPIRER LES FUTURES SCIENTIFIQUES

« *D'avantage de femmes en sciences aujourd'hui signifie davantage de femmes en sciences demain. Ce n'est pas seulement bon pour les femmes — c'est bon pour la société.* » [traduction]

– Mona Nemer, Ph.D., conseillère scientifique en chef au gouvernement du Canada lors de la conférence Inspiring Future Women in Science 2018 (*Inspirer les futures scientifiques 2018*)

La science est riche de possibilités variées, et il y a de nombreuses manières de réussir, à condition de faire preuve de ténacité. Ce message a soulagé et stimulé beaucoup des quelque 200 jeunes filles venues assister cette année à la conférence *Inspiring Future Women in Science* (*Inspirer les futures scientifiques*), organisée à l'Institut Péricètre pour mettre des élèves du secondaire en contact avec des femmes qui ont connu du succès à divers stades de leur carrière en sciences, technologie, génie et mathématiques (STGM). Mise sur pied dans le cadre des initiatives Emmy-Noether de l'Institut, qui visent à attirer et à retenir plus de femmes en physique, cette activité d'une demi-journée comprenait des exposés, une table ronde de questions et réponses, ainsi que des séances de mentorat.

*Linamar Corporation* a été le commanditaire principal de la conférence *Inspiring Future Women in Science 2018* (*Inspirer les futures scientifiques 2018*).

## NOUVELLES RESSOURCES PÉDAGOGIQUES

Les ressources pédagogiques gratuites de l'Institut Péricètre sont conçues pour aider les enseignants à expliquer une variété de sujets importants en physique — et plus généralement en sciences. Chaque trousse comprend des plans de cours, des activités pratiques, des démonstrations, de l'information destinée aux enseignants et des vidéos produites par l'Institut Péricètre.

Cette année, avec l'appui du ministère de l'Éducation de l'Ontario, l'Institut Péricètre a fait paraître 3 nouvelles troupes pédagogiques — en français et en anglais — sur différents aspects de l'univers.

Dans *Des preuves des changements climatiques*, les élèves de 10<sup>e</sup> année (ou de 4<sup>e</sup> secondaire au Québec) étudient les concepts scientifiques essentiels qui sous-tendent les changements climatiques, grâce à des activités sur la chaleur, le dioxyde de carbone et l'expansion thermique.

Au moyen d'expériences pratiques, *Mieux comprendre l'énergie* initie les élèves de 11<sup>e</sup> année (ou de 5<sup>e</sup> secondaire au Québec) aux transformations de l'énergie, à la puissance des lois de conservation et au processus d'évolution des modèles scientifiques.

Également destiné aux élèves de 11<sup>e</sup> année (ou de 5<sup>e</sup> secondaire au Québec), *Utilisation du modèle ondulatoire* présente les propriétés de base des ondes et illustre des utilisations concrètes de phénomènes ondulatoires pour réduire le bruit, obtenir des images d'épaves, étudier les tremblements de terre et détecter des ondes gravitationnelles, entre autres applications.



## FAIRE CONNAÎTRE LE POUVOIR DES IDÉES PARTOUT EN ONTARIO

L'exposition *Le pouvoir des idées* de l'Institut PÉRIMÈRE a parcouru beaucoup de kilomètres en 2017, voyageant du sud au nord et d'ouest en est dans le cadre de la tournée d'Innovation150 pour célébrer les 150 ans de la confédération canadienne. Conçue et réalisée par l'Institut PÉRIMÈRE en collaboration avec le Centre des sciences de l'Ontario, cette exposition interactive donne vie à de puissantes idées et à des expériences de pointe qui aident à comprendre la nature.

Avec l'appui du ministère de l'Éducation de l'Ontario, l'exposition *Le pouvoir des idées* a repris la route au printemps 2018, faisant encore plus de kilomètres dans la province la plus peuplée du Canada, en particulier dans des collectivités isolées. L'exposition itinérante a été vue par plus de 18 000 élèves de 82 collectivités de la province — la plupart dans des zones sous-desservies du Nord de l'Ontario —, dont 19 collectivités des Premières Nations. Au passage, le personnel a distribué les populaires trousseaux pédagogiques de l'Institut, qui continueront d'avoir des répercussions pendant des années.

La série d'affiches téléchargeables gratuites *Forces de la nature — Des femmes remarquables qui ont changé la science* a remporté cette année un prix d'or du CCAE

## L'INSTITUT PÉRIMÈRE REÇOIT DES PRIX DU CCAE

L'Institut PÉRIMÈRE s'est fait remarquer à la remise des prix du Conseil canadien pour l'avancement de l'éducation (CCAÉ), remportant deux prix d'or, un d'argent et un de bronze pour des réalisations remarquables en matière de communications, de publication et de collecte de fonds.

Remis annuellement, les Prix d'excellence du CCAE constituent la référence pour ce qui est des réalisations en matière d'avancement de l'éducation au Canada. Avec 4 prix, l'Institut PÉRIMÈRE s'est taillé une place parmi les principaux lauréats en 2018. L'Institut était en compétition avec des universités et établissements d'enseignement de partout au pays.



## CONFÉRENCES PUBLIQUES

Avec des exposés captivants sur des sujets variés allant de l'innovation canadienne à l'ingéniosité qui a mené à la création de nouveaux matériaux exotiques par le Grand collisionneur de hadrons du CERN, la série de conférences publiques de l'Institut Péricètre demeure l'un des programmes de diffusion des connaissances les plus populaires de l'Institut.

Cette année, l'Institut a présenté 7 conférences passionnantes à guichets fermés dans l'amphithéâtre des idées Mike-Lazaridis, ainsi qu'à des publics en ligne partout dans le monde. Voici les points saillants de la saison 2017-2018 : Emily Levesque a parlé des étoiles les plus étranges de l'univers; Roger Melko, de l'Institut Péricètre, a abordé les progrès rapides de l'intelligence artificielle et de l'apprentissage automatique; Erik Verlinde a présenté une nouvelle théorie sur la gravité, l'énergie sombre et la matière sombre.

Toutes les conférences sont enregistrées de manière professionnelle. Elles sont webdiffusées en ligne, puis accessibles sur demande dans le site Web de l'Institut Péricètre, dans YouTube et par le truchement de partenaires médiatiques de l'Institut tels que *Scientific American*, *Maclean's*, *COSMOS* et *Forbes*. Les conférences publiques de 2017-2018 ont déjà fait l'objet de plus de 580 000 visionnements en ligne.

## ACTIVITÉS CULTURELLES

Il faut des esprits créatifs pour s'attaquer à de grandes questions sur l'univers. Aussi l'Institut Péricètre ajoute-t-il à ses travaux de recherche des activités culturelles qui visent à favoriser la créativité et à susciter l'inspiration.

En 2017-2018, les activités ont contribué à faire de l'Institut un lieu vivant, propice à l'épanouissement de nouvelles idées : installations de Laura De Decker et Lucy Pullen; colloque animé par l'écrivain Cory Doctorow; concert d'un orchestre de Bali; aquarelles d'exposés présentés lors de la conférence *Asymptotic Safety in a Dark Universe* (Sécurité asymptotique dans un univers sombre).

L'Institut Péricètre rayonne également dans la communauté depuis longtemps avec sa série de concerts classiques. Cette année, on a assisté dans le théâtre des idées Mike-Lazaridis à des performances captivantes de Vox Luminis, de Juho Pohjonen, de Xuefei Yang ainsi que du trio Benedetti Elschenbroich Grynyuk.

*La série de concerts classiques de l'Institut Péricètre est généreusement soutenue par le Fonds Musagetes de la Fondation communautaire de Kitchener-Waterloo.*



## COMMUNICATION SCIENTIFIQUE ET DIFFUSION DANS LES MÉDIAS SOCIAUX

Faire connaître au grand public la joie et le pouvoir de la science est un élément central de la mission de l'Institut Péricètre. Grâce à ses sites Web, à son magazine *Inside the Perimeter* (Dans le périmètre), aux médias sociaux et à ses nombreux partenariats, l'Institut diffuse des nouvelles et de grandes idées à la fine pointe de la science, afin d'être la première source d'un contenu en ligne exact et fascinant dans le domaine de la physique.

Avec 215 529 visiteurs distincts totalisant 411 319 pages consultées en 2017-2018, [insidetheperimeter.ca](http://insidetheperimeter.ca), le nouveau site de l'Institut Péricètre destiné au grand public, montre qu'il y a une demande considérable pour un contenu scientifique accessible et attirant. Ce site vise par divers moyens à intéresser davantage la société à la science : reportages sur des sujets scientifiques de pointe; série primée *Tranches d'IP*, qui met en relief l'aspect ludique de la science avec des jeux-questionnaires et divers éléments culturels; nouvelle série *Les gens de l'IP*, sur des histoires humaines qui se cachent derrière la science.

L'Institut continue d'accroître sa présence dans les médias sociaux : en 2017-2018, sa page Facebook a vu son nombre d'amis augmenter de 13 %, et le nombre d'abonnés de son compte Twitter a augmenté de plus de 20 %. Les abonnements à son compte YouTube ont augmenté de 48 %, et ses vidéos ont fait l'objet de 1 416 827 visionnements, pour un total cumulatif de plus de 4,5 millions de visionnements à ce jour.

## PRÉSENCE DANS LES MÉDIAS

Des médias influents considèrent l'Institut Péricètre comme une source fiable de nouvelles, de contenu, de commentaires et d'idées de grande qualité en matière de physique théorique. Cette année, les recherches, les membres et les activités de l'Institut ont fait l'objet d'une large couverture dans des médias canadiens et étrangers. Des articles de fond ont notamment été publiés dans des médias tels que la Presse canadienne, *The Globe and Mail*, l'émission *The National* du réseau anglais de Radio-Canada, les nouvelles nationales de CTV, Al Jazeera, *The Economist*, *Forbes* et bien d'autres.

THE GLOBE AND MAIL

The Economist

CTV NEWS

Forbes

THE CANADIAN PRESS

ALJAZEERA

# DÉVELOPPEMENT DE L'INSTITUT PÉRIMÈTRE

« Je suis enchantée des efforts de l'Institut en vue de solidifier la position enviable du Canada en physique théorique. Ce domaine a un grand potentiel de transformation qui bénéficiera à notre économie et améliorera la qualité de vie des Canadiens. » [traduction]

– L'honorable Kirsty Duncan, ministre des Sciences et des Sports

L'Institut Péricètre bénéficie de l'appui des gouvernements du Canada et de l'Ontario, ainsi que d'un nombre croissant de donateurs du secteur privé, canadiens et autres. Avec nos supporteurs, nous visons à former le meilleur institut de physique théorique au monde.

Nos partenaires gouvernementaux et privés comprennent que la physique théorique constitue le domaine scientifique et technologique où l'investissement est le moins coûteux tout en ayant le plus d'impact – et qu'une percée en physique théorique peut révolutionner la société.

L'exercice 2017-2018 a été pour l'Institut Péricètre la première année de nouvelles ententes de financement, chacune de 50 millions de dollars sur 5 ans, avec la Province de l'Ontario et le gouvernement du Canada. Ces investissements renouvelés prolongent un partenariat essentiel pour les succès de l'Institut depuis ses débuts. L'Institut Péricètre continue aussi d'appuyer s'il y a lieu ses partenaires gouvernementaux. Par exemple, l'Institut a accueilli des délégations de haut niveau de 7 pays, venus planifier le Sommet du G7 qui s'est tenu au Québec en 2018. Il a aussi reçu de hauts fonctionnaires provinciaux qui voulaient se renseigner sur ses méthodes d'acquisition de compétences pour les talents et les industries de la prochaine génération. De plus, l'Institut Péricètre a fait la promotion de l'Ontario et du Canada devant des auditoires de personnes influentes, notamment par des discours principaux à la Conférence sur les politiques scientifiques canadiennes,

au banquet du Forum des politiques publiques et au Forum mondial de l'OCDE sur la productivité.

L'Institut est actuellement en pleine campagne de financement privé. Les engagements obtenus l'an dernier lui ont permis de dépasser la barre des 30 millions de dollars sur un objectif de 100 millions. Notons en particulier les dons majeurs des organismes suivants : Coril Holdings, pour le financement de la chaire Coril-Holdings-Archimède de physique théorique, occupée par Savas Dimopolous (à titre de chercheur invité); la Fondation de la famille Daniel, à l'appui de la chaire Famille-Daniel-P.-James-E.-Peebles de physique théorique, occupée par Kendrick Smith; Power Corporation du Canada, fier supporteur d'*EinsteinPlus* et du réseau des enseignants de l'Institut Péricètre.

En 2017-2018, l'Institut Péricètre a eu des recettes de 6,42 millions de dollars provenant d'individus, d'entreprises et de fondations. Maintenant que son organisme de bienfaisance établi aux États-Unis en vertu de l'article 501(c)(3) est une fondation publique, l'Institut s'attend à recevoir davantage de dons privés dans les années à venir.

Ces investissements visionnaires de la part de partenaires confèrent à l'Institut Péricètre un avantage dans la course mondiale aux talents en physique fondamentale, à une époque de progrès rapides et au fort potentiel de découverte.

## ÉCLAIRER LA VOIE

L'Institut Péricètre exprime sa reconnaissance envers les personnes et organismes ci-dessous, qui ont donné au moins 100 000 \$ depuis 2014. Ils s'ajoutent à Mike Lazaridis, le principal donateur fondateur de l'Institut Péricètre :

Anonyme (1)	Fondation de bienfaisance Ira-Gluskin-et-Maxine-Granovsky-Gluskin	Fondation de bienfaisance de la famille Riddell
Groupe financier BMO	Gluskin Sheff + Associates inc.	Banque Scotia
Gary Brown	Fondation familiale de Peter et Shelagh Godsoe	Mike Serbinis et Laura Adams
Anne-Marie Canning	Fondation Krembil	Shaw Communications
Cenovus Energy	Linamar Corporation	Fondation Jim-et-Marilyn-Simons
Coril Holdings Itée	Maplesoft	Fondation Stavros-Niarchos
Fondation Cowan	Pattison Outdoor Advertising	Financière Sun Life
Joanne Cuthbertson et Charlie Fischer	Power Corporation du Canada	Fondation John-Templeton
Fondation Famille-Daniel	Fondation RBC	Mac Van Wielingen, Fondation Viewpoint
Famille Delaney		Famille de Scott A. et de Sherry Vanstone

## CONSEIL D'ORIENTATION DE L'INSTITUT PÉRIMÈTRE

Le conseil d'orientation de l'Institut Périmètre est formé de personnes influentes bénévoles qui agissent comme ambassadeurs de l'Institut auprès des milieux d'affaires et des organismes philanthropiques, contribuant ainsi à la croissance stratégique de l'Institut.

**Joanne Cuthbertson**, coprésidente

Membre du conseil d'administration, Institut Périmètre

**Patrice Merrin**, coprésidente

Administratrice, Glencore Plc, Kew Media Group et Samuel, Son & Co.

**Alexandra Brown\***

Cofondatrice et PDG, AprilAge inc.

**Donald Campbell**

Conseiller stratégique principal, DLA Piper

**Savvas Chamberlain\***

PDG, EXEL Research inc.

**Harbir Chhina**

Vice-président directeur, Développement des sables bitumineux, Cenovus Energy

**Jim Cooper\***

PDG, Maplesoft

**Catherine Delaney**

Présidente, C.A. Delaney Capital Management Itée

**Jon Dellandrea\***

PDG, Fondation de l'hôpital Sunnybrook

**Edward Goldenberg**

Associé, cabinet d'avocats Bennett Jones

**Carol Lee**

Directrice générale et cofondatrice, Linacare Cosmethery inc.

**Brad Marsland**

Vice-président, Marsland Centre Itée

**Jennifer Scully-Lerner**

Vice-présidente, Goldman Sachs

Coprésidente, Conseil Emmy-Noether, Institut Périmètre

**Kevin Shea\***

Président, ChezShea Communications

**Alfredo Tan**

Directeur des systèmes numériques et de l'innovation, WestJet

**Harry Zarek\***

PDG, Compugen inc.

\* Mandat terminé en 2018



## DES MATHÉMATIQUES ABSTRAITES À LA PHYSIQUE TANGIBLE

Comme de nombreux physiciens, **Stavros Efthymiou** a d'abord aimé les mathématiques. Son affinité pour la physique est venue plus tard, à mesure qu'il découvrirait cette matière à l'école.

« J'aimais les mathématiques, et la physique leur donnait en quelque sorte une réalité », dit-il. M. Efthymiou a grandi sur l'île grecque de Rhodes et est venu à l'Institut Périmètre pour suivre le programme PSI (*Perimeter Scholars International* – Boursiers internationaux de l'Institut Périmètre) en 2017-2018.

Il a été enthousiasmé par les défis de ce programme et par l'accent mis sur la collaboration. « Chacun connaît quelque chose de différent en physique, dit-il. Nous apprenons les uns des autres. » [traduction]

Pour son projet de recherche, M. Efthymiou a travaillé avec **Roger Melko**, professeur associé à l'Institut Périmètre, sur des applications de l'apprentissage automatique à la physique de la matière condensée — sujet qu'il a aimé pour sa fraîcheur et sa nouveauté.

Dans l'avenir, Stavros Efthymiou espère aborder des problèmes de physique quantique. Quel que soit le sous-domaine choisi, il croit que la physique théorique est la meilleure voie pour lui. « Nous acquérons des connaissances qui sont très précieuses, dit-il, même si elles ne trouvent pas d'application. » [traduction]

*Stavros Efthymiou a fait partie de la promotion 2017-2018 du programme PSI et a reçu la bourse Anaximandre, financée par la Fondation du patrimoine hellénique et la Fondation familiale Savvas-Chamberlain.*

# PROMOTION DES FEMMES EN PHYSIQUE



## LE CONSEIL EMMY-NOETHER

Le Conseil Emmy-Noether est une source d'expertise et d'autres appuis au Cercle Emmy-Noether, aidant celui-ci à amener davantage de femmes vers la physique.

**Jennifer Scully-Lerner**, coprésidente  
Vice-présidente, Goldman Sachs  
Membre du conseil d'orientation, Institut Périmètre

**Sherry Shannon-Vanstone**, coprésidente  
PDG, S.V. Initiatives

**Nyla Ahmad\***  
Vice-présidente principale, Commercialisation, Rogers Communications inc.

**Katherine Barr\***  
Associée gérante, Mohr Davidow Ventures

**Susan Brown\***  
Vice-présidente principale, Région de l'Alberta et des T.N.-O.,  
Groupe financier BMO

**Lisa Lyons Johnston**  
Présidente, Kids Can Press, Corus Entertainment inc.

**Michelle Osry**  
Associée, Deloitte Canada (Vancouver)

**Vicki Saunders**  
Fondatrice, SheEO

**Suzan Snaggs-Wilson\***  
Vice-présidente (Ouest du Nouveau-Brunswick), Banque Scotia

\* Mandat terminé en 2018

L'égalité — ou l'inégalité — des sexes a fait l'objet de beaucoup de conversations au cours de la dernière année, en sciences comme dans la société en général. Cette évolution a été bienvenue à l'Institut Périmètre, où des efforts visant à réellement corriger la sous-représentation des femmes en physique se sont cristallisés autour des initiatives Emmy-Noether, soutenues par le Cercle Emmy-Noether, groupe engagé de bailleurs de fonds et de promoteurs.

Portant le nom d'une pionnière dont les travaux sous-tendent une grande partie de la physique moderne, les **initiatives Emmy-Noether** appuient des femmes à tous les stades de leur carrière, de l'école secondaire jusqu'au corps professoral de l'Institut Périmètre.

Au cours de la dernière année, la conférence annuelle *Inspiring Future Women in Science* (Inspirer les futures scientifiques) organisée par l'Institut Périmètre pour des élèves du secondaire, le parrainage de la conférence canadienne des étudiantes de 1<sup>er</sup> cycle en physique, tenue à l'Université Queen's, et la conférence *Women in Physics Canada 2018* (Les femmes et la physique au Canada 2018), tenue à l'Université de Sherbrooke, ont été les points saillants de ces initiatives. Des chercheuses, des employées et des membres du conseil d'orientation de l'Institut Périmètre



ont rencontré à Queen's Park Elizabeth Dowdeswell, lieutenant-gouverneure de l'Ontario, pour discuter de la promotion des femmes en sciences. L'Institut a produit une série primée d'affiches intitulées *Forces de la nature — Des femmes remarquables qui ont changé la science*, mettant en vedette certaines contributions historiques des femmes dans le domaine.

L'année 2017-2018 a également vu une expansion du programme vedette de l'Institut Péricimètre en matière de soutien et de promotion des femmes en physique, grâce à une subvention de 600 000 \$ US de la Fondation Simons. Les bourses Simons-Emmy-Noether permettront à des chercheuses en début ou en milieu de carrière à passer jusqu'à un an dans le milieu dynamique et interdisciplinaire de l'Institut, à un stade crucial de leur carrière. Au cours de la dernière année, l'Institut Péricimètre a accueilli 9 boursières Simons-Emmy-Noether pour un total de 11 séjours.

Grâce à ce nouveau financement, le programme de bourses Simons-Emmy-Noether gagne en taille et en profondeur, avec des conférences, un réseau de chercheuses et une intensification du recrutement de nouvelles boursières dans les pays en développement.

*Les initiatives Emmy-Noether sont financées par des donateurs du Cercle Emmy-Noether. Voir la liste de ces donateurs à la page 41.*

*« Le Réseau Simons des boursières Emmy-Noether aura la particularité de faire en sorte que des physiciennes théoriciennes hautement qualifiées de partout dans le monde aient des liens entre elles et avec l'Institut Péricimètre. »*  
[traduction]

*– Bianca Dittrich, professeure à l'Institut Péricimètre*

# MERCI À CEUX QUI NOUS SOUTIENNENT

*Des donateurs publics et privés toujours plus nombreux ont contribué à faire de l'Institut Péricètre ce qu'il est aujourd'hui : un chef de file mondial de la recherche fondamentale, de la formation scientifique et de la diffusion des connaissances. Nous exprimons notre profonde reconnaissance à tous ceux qui nous soutiennent.*

## FONDS DE DOTATION

### FONDATEUR (150 millions de dollars et plus)

Mike Lazaridis

### 25 millions de dollars et plus

Doug Fregin

### 10 millions de dollars et plus

Jim Balsillie

## PARTENAIRES GOUVERNEMENTAUX

Gouvernement du Canada

Gouvernement de l'Ontario

## DOTATIONS PARTICULIÈRES

Chaire Groupe-financier-BMO-Isaac-Newton de physique théorique (4 millions de dollars)

Chaire Fondation-Stavros-Niarcho-Aristarque de physique théorique (4 millions de dollars)

Bourse de la Fondation familiale de Peter et Shelagh Godsoe pour jeune talent exceptionnel (1 million de dollars)

## DONS MAJEURS POUR LA RECHERCHE À L'INSTITUT PÉRICÈTRE

Centre de recherches de l'Institut Péricètre sur l'univers (5 millions de dollars)\*

Chaire Mike-et-Ophelia-Lazaridis-Niels-Bohr de physique théorique (4 millions de dollars)

Chaire Gluskin-Sheff-Freeman-Dyson de physique théorique (2 millions de dollars)

Chaire Krembil-Gallée de physique théorique (2 millions de dollars)

Chaire Krembil-William-Rowan-Hamilton de physique théorique (2 millions de dollars)

Chaire Coril-Holdings-Archimède de physique théorique (à titre de chercheur invité) (1 million de dollars)

Chaire Clay-Riddell-Paul-Dirac de physique théorique (1 million de dollars)

Chaire Famille-Daniel-P.-James-E.-Peebles de physique théorique (1 million de dollars)

Chaire Famille-Delaney-John-Archibald-Wheeler de physique théorique (500 000 \$)

Chaire Cenovus-Energy-James-Clerk-Maxwell (à titre de chercheur invité)

\* Donateur anonyme

## PARTENAIRES COMMANDITAIRES (100 000 \$ ET PLUS)

Cenovus Energy, en appui au programme de chaires de chercheur invité distingué de l'Institut Péricètre

Maplesoft, promoteur de la diffusion des connaissances par l'Institut Péricètre

Power Corporation du Canada, fier supporteur d'*EinsteinPlus* et du réseau des enseignants de l'Institut Péricètre

Fondation RBC, partenaire principal, École d'été internationale pour jeunes physiciens et physiciennes

Mike Serbinis et Laura Adams, en appui au programme d'été de physique théorique de l'Institut Péricètre pour étudiants exceptionnels de 1<sup>er</sup> cycle

## BOURSES (35 000 \$ ET PLUS)

Bourse Anaximandre de la Fondation familiale Savvas-Chamberlain

Bourse d'études supérieures Joanne-Cuthbertson-et-Charlie-Fischer

Bourse Anaximandre de la Fondation du patrimoine hellénique

Bourse PSI honorifique de Brad et Kathy Marsland

Bourse PSI honorifique de Margaret et Larry Marsland

## CERCLE DES ACCÉLÉRATEURS (50 000 \$ ET PLUS)

Fondation Cowan

Corinne Squire et Neil Turok

Mac Van Wielingen, Fondation Viewpoint



## CERCLE DES DIRECTEURS (DE 10 000 \$ À 49 999 \$)

### 25 000 \$ et plus

Fonds communautaire Bosch, au nom d'ESCRYPT au Canada

Fondation familiale de Donald et Eleanor Seaman

### 10 000 \$ et plus

Denise et Terry Avchen, Environmental Research Advocates

The Boardwalk

Harbir et Monica Chhina

Fondation de la famille Vachon

Fondation communautaire de Kitchener-Waterloo

– Fonds Musagetes

– Fonds de la famille John A. Pollock

Robin et Robert Ogilvie

Ildiko et Peter Paulson

Robert et Pearl Radnitz\*\*

Famille Reid

Alex White

## CERCLE EMMY-NOETHER

*Emmy Noether a été une brillante scientifique dont les travaux sous-tendent une grande partie de la physique moderne. Financées par les donateurs du Cercle Emmy-Noether, les initiatives Emmy-Noether de l'Institut Péricètre appuient et encouragent les femmes en sciences.*

### DONATEUR FONDATEUR

Fonds de fiducie communautaire Bluma-Appel

### DONS MAJEURS

Programme de bourses Simons-Emmy-Noether de l'Institut Péricètre (600 000 \$US)

### 100 000 \$ et plus

Anne-Marie Canning

Scott Vanstone, Ph.D., Sherry Vanstone et leur famille

### 25 000 \$ et plus

Linamar Corporation

Patrice E. Merrin

### 10 000 \$ et plus

Burgundy Asset Management Itée

### 5 000 \$ et plus

Andrew et Lillian Bass

Mark Caplan et Claire Angus

Jennifer Scully-Lerner\*\*

### 2 500 \$ et plus

Maria Antonakos et Harald Stover

Heather et John Clark

### 1 000 \$ et plus

Andrea Grimm

Lisa Lyons Johnston

Vicki Saunders

David Tovell

### De 250 \$ à 999 \$

Jeremy Bell et Sunny Tsang

Marsha Eberhardt

Nicholas Reaburn

Betty Robinson

Sonya Walton

## AMIS (JUSQU'À 9 999 \$)

### 5 000 \$ et plus

Mary et Ted Brough

Michael Duschenes

Dorian Hausman

Stephen Lister et D<sup>re</sup> Molly Rundle

Renée Schingh et Robert Myers

### 2 500 \$ et plus

Michael Horgan

John Matlock

### 1 000 \$ et plus

Debbie et Ian Adare

Dan et Robin Benson

Fondation de la famille Carson

David Cook

Ben et Mona Davies

J. DesBrisay et M. Cannell

Greg Dick

Edward Goldenberg

Stephanie, Robert et Aaron Hilson

Ed Kernaghan

Frederick Knittel

Robert Korhals et Janet Charlton

Carol A. Lee

ODC Tooling & Molds, en mémoire de Leejay Julius

Levene

W. Michael Roche

Fondation de la famille Schnurr

Fondation Lewis-Warburg\*\*

### De 250 \$ à 999 \$

Chelsea et Keegan Arnott

John Attwell

Mike Birch

Jane G. Hill

Colin Hunter

Kate Inglis

Sheri et David Keffer

Frederick Knittel

Robert G. Lake

Catherine Little

Mario C. Lourenco

George Meierhofer\*\*

Stefan et Shani Pregelj

L. Elizabeth Quinn

Neil Steven Rieck

Nancy Ruddell

Jacqueline Watty

Natasha Waxman

... plus 6 donateurs anonymes

## DONS COMMÉMORATIFS

Carolyn Crowe Ibele, en mémoire de Richard A. Crowe, Ph.D.

Simon Haysom, en mémoire d'Elsie Haysom

## DONS EN NATURE

Steinway Piano Gallery Toronto

\*\* Supporteur de Friends of Perimeter Institute (Amis de l'Institut Péricètre), organisme de bienfaisance établi aux États-Unis en vertu de l'article 501(c)(3), qui se consacre à la promotion et au soutien de l'éducation, de la recherche et de programmes qui augmentent les connaissances et la compréhension du public en physique théorique.

La liste ci-dessus correspond aux dons reçus entre le 1<sup>er</sup> août 2017 et le 31 juillet 2018, ainsi qu'aux engagements sur plusieurs années de 50 000 \$ et plus.

Numéro d'enregistrement d'organisme de bienfaisance : 88981 4323 RR0001

L'Institut Péricône est une société à but non lucratif indépendante, régie par un conseil d'administration bénévole composé de membres issus du secteur privé et du milieu universitaire. Ce conseil est l'autorité suprême pour toutes les questions liées à la structure générale et au développement de l'Institut.

La planification financière, la comptabilité et la stratégie de placement relèvent du comité de gestion des placements ainsi que du comité des finances et de l'audit. Le conseil d'administration forme également d'autres comités, selon les besoins, pour l'aider à exercer ses fonctions. Relevant du conseil d'administration, le directeur général de l'Institut est un scientifique éminent chargé d'établir et de mettre en œuvre l'orientation stratégique globale de l'Institut. Le directeur administratif et chef de l'exploitation relève du directeur général et est responsable

du fonctionnement quotidien de l'établissement. Il est soutenu dans sa tâche par une équipe de cadres administratifs.

Les chercheurs résidents de l'Institut Péricône jouent un rôle actif dans la gestion opérationnelle des activités scientifiques de l'Institut, en participant à différents comités chargés des programmes scientifiques. Les présidents de ces comités relèvent du président du corps professoral, qui assiste le directeur général de l'Institut en ce qui concerne la révision des programmes, le recrutement et l'accès à la permanence.

Composé de scientifiques de renommée internationale, le comité consultatif scientifique est un corps d'examen et un organe consultatif indépendant. Il fournit un appui crucial en vue de l'atteinte des objectifs stratégiques de l'Institut, notamment en matière de recrutement.

## MEMBRES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

**Mike Lazaridis**, O.C., O.Ont., FRS, MSRC, président du conseil, est associé directeur et cofondateur de Quantum Valley Investments (QVI), société qu'il a mise sur pied avec Doug Fregin à Waterloo. En 2013, les deux hommes ont fondé QVI avec 100 millions de dollars, afin de fournir du capital financier et intellectuel pour la mise au point et la commercialisation de percées réalisées en physique quantique et en informatique quantique. L'objectif de QVI est d'aider à transformer des idées et de nouvelles percées en produits, technologies et services commercialement viables. QVI représente l'initiative la plus récente de M. Lazaridis, qui travaille depuis près de 20 ans à la création d'une *Quantum Valley* à Waterloo en réunissant les meilleurs cerveaux du monde en physique, génie, mathématiques, informatique et science des matériaux, afin qu'ils collaborent à des recherches de pointe dans le domaine quantique.

En 1984, M. Lazaridis a fondé la société Research In Motion (maintenant BlackBerry), où il a inventé l'appareil BlackBerry, créé l'industrie des téléphones multifonctionnels et construit la plus grande entreprise canadienne de technologie présente sur la scène mondiale. M. Lazaridis a occupé divers postes au sein de l'entreprise, dont ceux de coprésident et codirecteur général (de 1984 à 2012) ainsi que de vice-président du conseil d'administration et président du comité de l'innovation (en 2012 et 2013).

M. Lazaridis est le fondateur de l'Institut Péricône et le président de son conseil d'administration. Il a également fondé l'Institut d'informatique quantique (IQC), dont il est président du conseil d'administration, et le Centre Quantum-Nano, tous deux à l'Université de Waterloo. Il a donné plus de 170 millions de dollars à l'Institut Péricône et plus de

120 millions de dollars à l'IQC. De plus, en raison de son généreux soutien à la mise sur pied d'un nouvel institut de gestion centré sur la technologie à l'Université Wilfrid-Laurier, l'école de gestion de cette université a été renommée en son honneur *École Lazaridis de gestion et d'économie*.

Entre autres distinctions, M. Lazaridis est membre élu de la Société royale de Londres et de la Société royale du Canada, et a reçu l'Ordre de l'Ontario et l'Ordre du Canada. Il a fait partie de la liste d'honneur de la revue *Maclean's* en 2000, à titre de Canadien distingué, et de la liste des 100 personnes les plus influentes dressée par le magazine *Time*. Il a été honoré par *The Globe and Mail* à titre de bâtisseur de la nation de l'année en 2010, choisi comme visionnaire de l'année 2013 par *l'Intelligent Community Forum* et a reçu le prix principal Ernest-C.-Manning, récompense la plus prestigieuse au Canada dans le domaine de l'innovation.

M. Lazaridis a reçu un doctorat honorifique en génie de l'Université de Waterloo (dont il a été chancelier) ainsi que des doctorats honorifiques en droit de l'Université Laval, de l'Université McMaster, de l'Université Western et de l'Université de Windsor. En plus de ses nombreuses réalisations professionnelles et personnelles, M. Lazaridis a remporté un Oscar et un prix Emmy pour ses réalisations techniques dans les domaines du cinéma et de la télévision, notamment pour la mise au point d'un lecteur de codes-barres à grande vitesse qui a beaucoup accéléré le montage des films. En 2017, M. Lazaridis a été intronisé au Temple de la renommée de la technologie grand public, en reconnaissance de son rôle de visionnaire et de pionnier de cette industrie.

**Cosimo Fiorenza**, vice-président du conseil, a joué un rôle majeur dans le développement de la *Quantum Valley* dans la région de Waterloo. Il est membre fondateur du conseil d'administration de l'Institut Périmètre. En plus d'être vice-président du conseil d'administration, M. Fiorenza est membre du comité des finances et de l'audit ainsi que du comité de gestion des placements de l'Institut, et a été auparavant coprésident du conseil d'orientation de l'Institut Périmètre. Il est également président du conseil d'administration de *Friends of Perimeter Institute* (Amis de l'Institut Périmètre) et membre du conseil d'administration de l'AIMS-NEI Canada, l'un des partenaires de rayonnement international de l'Institut.

M. Fiorenza est vice-président et avocat-conseil de Quantum Valley Investments, où il a contribué à la fondation de nombreuses entreprises de technologie quantique. À titre de membre du conseil d'administration et du bureau de direction de plusieurs de ces jeunes pousses, il les aide activement dans un large éventail de domaines, dont le recrutement, les finances, la propriété intellectuelle, la collecte de fonds et les relations avec les gouvernements.

M. Fiorenza a également participé à la mise sur pied de l'Institut d'informatique quantique de l'Université de Waterloo, dont il est toujours membre du conseil d'administration et du comité des finances. En 2016, il a contribué à la fondation de Quantum Valley Ideas Lab (Laboratoire d'idées de la *Quantum Valley*), organisme de bienfaisance qui se consacre à la recherche appliquée en physique quantique, et plus précisément à la mise au point de nouvelles technologies quantiques sur lesquelles reposeront de nouveaux produits et de nouvelles entreprises au Canada. M. Fiorenza est vice-président de ce laboratoire d'idées, ainsi que membre de son comité des finances et de son comité de gestion des investissements. Auparavant, il a passé environ 20 ans dans de grands cabinets d'avocats de Toronto, où il a conseillé certaines des plus grandes sociétés et des principaux entrepreneurs au sujet de l'impôt sur le revenu et de questions commerciales, en particulier en matière de technologie et de structure internationale. Cosimo Fiorenza a obtenu un diplôme en administration des affaires à l'Université Lakehead et un diplôme en droit à l'Université d'Ottawa. Il est membre du Barreau de l'Ontario depuis 1991.

**Amit Chakma**, Ph.D., est recteur et vice-chancelier de l'Université Western depuis 2009. Après avoir obtenu un doctorat en génie chimique à l'Université de la Colombie-Britannique, il a été professeur à l'Université de Calgary, puis vice-recteur à l'Université de Regina et à l'Université de Waterloo. Auteur de plus de 100 articles, M. Chakma est expert dans les domaines liés à l'exploration pétrolière et à la gestion de l'énergie. Il est président du conseil d'administration de l'Association des universités du Commonwealth et membre du Conseil

des sciences, de la technologie et de l'innovation du Canada. Membre élu de l'Académie canadienne de génie, Amit Chakma a reçu de nombreuses distinctions, dont la Médaille du jubilé de diamant de la reine Elizabeth II et un prix d'excellence en génie de l'Université de la Colombie-Britannique pour l'ensemble de ses réalisations.

**Joanne Cuthbertson**, LL.D., a été la première personne élue à la présidence d'EducationMatters (la seule fiducie pour l'avancement de l'enseignement public à Calgary) et la fondatrice de SPEAK (*Support Public Education – Act for Kids* – Soutenir l'enseignement public, agir pour les enfants). Elle est chancelière émérite de l'Université de Calgary et coprésidente de l'Académie des universitaires, qu'elle a mise sur pied au moment où elle a pris sa retraite. Elle poursuit à titre de membre sa longue association avec le Musée Glenbow. Mme Cuthbertson est récipiendaire du Prix de Calgary pour l'éducation et de la Médaille du jubilé de diamant de la reine Elizabeth II. Elle est aussi coprésidente du conseil d'orientation de l'Institut Périmètre.

**Michael Horgan** est conseiller principal chez Bennett Jones LLP, l'un des plus grands cabinets canadiens en droit des affaires. Avant d'œuvrer dans le secteur privé, il a eu une carrière remarquable de 36 ans dans la fonction publique fédérale, dont 5 ans comme sous-ministre des Finances. M. Horgan a reçu le Prix du Premier ministre pour services insignes de la fonction publique du Canada et la Médaille du jubilé de diamant de la reine Elizabeth II. Il a obtenu un baccalauréat en économie de l'Université Concordia et des maîtrises en économie de l'Université Queen's et de l'Université de Princeton.

**Art McDonald**, C.C., O.Ont., O.N.S., FRS, MSRC, P. Eng., a été pendant plus de 20 ans directeur du SNO (*Sudbury Neutrino Observatory* – Observatoire de neutrinos de Sudbury) et est professeur émérite à l'Université Queen's. Il a été colauréat du prix Nobel de physique 2015 et du Prix du progrès scientifique (*Breakthrough Prize*) de physique fondamentale 2016, pour l'expérience menée au SNO qui a montré que les neutrinos changent de saveur, et donc qu'ils ont une masse finie. Les recherches de M. McDonald lui ont valu de nombreuses autres distinctions, dont la médaille Henry-Marshall-Tory de la Société royale du Canada. Il a aussi été coréceptiendaire de la médaille Benjamin-Franklin de physique. Art McDonald est membre élu de la Société royale de Londres et de la Société royale du Canada, et toujours actif comme chercheur sur les neutrinos et la matière sombre dans le laboratoire souterrain SNOLAB.

**Jeff Moody** est le président-directeur général de Gluskin Sheff + Associates inc., membre de son conseil d'administration, président de son comité de la répartition de l'actif et ancien gestionnaire de portefeuille. M. Moody a obtenu un baccalauréat en économie à

l'Université Western. Avant de se joindre à Gluskin Sheff en 2001, il a été associé directeur chez Gryphon Investment Counsel, où il a participé à la gestion de fonds de retraite et de dotation de 2,6 milliards de dollars. Jeff Moody a occupé plusieurs postes importants dans le secteur des investissements au Canada et à Londres, notamment celui de codirecteur de la division des titres mondiaux à revenu fixe chez BMO Nesbitt Burns. Il est administrateur de la Fondation familiale de Jeremy et Judith Freedman, ainsi que président du comité de gestion des placements de l'Institut Péri-mètre.

**John Reid** a pris sa retraite de KPMG en 2014, après avoir été chef de l'audit dans la région du Grand Toronto depuis 2008. Au cours de ses 40 ans de carrière, il a assisté des organismes des secteurs privé et public dans les diverses étapes de la planification stratégique, du développement, ainsi que de la gestion de la croissance. Son expérience s'étend dans tous les domaines des affaires et tous les secteurs industriels, principalement les fusions et acquisitions, la technologie et les soins de santé. M. Reid est membre fondateur du conseil d'administration de l'Institut Péri-mètre ainsi que membre

de son comité des finances et de l'audit. Il a été membre du conseil d'administration de nombreux hôpitaux et collèges d'un bout à l'autre du Canada. John Reid a obtenu un baccalauréat en commerce à l'Université de l'Alberta et est membre de l'Ordre des comptables professionnels de l'Ontario.

**Michael Serbinis** est le fondateur et PDG de LEAGUE, jeune entreprise numérique mise sur pied en 2015 dans le domaine des avantages sociaux en matière de santé. C'est un meneur connu comme entrepreneur visionnaire qui a construit plusieurs outils technologiques révolutionnaires dans différents secteurs. M. Serbinis a été le fondateur et PDG de Kobo, fabricant de liseuses électroniques qui a fait une entrée remarquée sur le marché en 2009, devenant le seul concurrent à l'échelle mondiale du Kindle d'Amazon. En plus d'être PDG Three Angels Capital, il est membre G7 et ML7 de Creative Destruction Lab, ainsi que membre des conseils d'administration de MaRS Discovery District et de l'Institut Vector. Michael Serbinis a obtenu un baccalauréat en génie physique à l'Université Queen's et une maîtrise en génie industriel à l'Université de Toronto.

## MEMBRES DU COMITÉ CONSULTATIF SCIENTIFIQUE

**Gabriela González**, Université d'État de Louisiane (membre depuis 2017), présidente du comité

Mme González est professeure de physique et d'astronomie à l'Université d'État de Louisiane, et se spécialise dans la détection d'ondes gravitationnelles. De 2011 à 2017, elle a été la porte-parole du projet scientifique international LIGO (*Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory* – Observatoire d'ondes gravitationnelles par interférométrie laser), qui a annoncé en 2016 la première détection directe d'ondes gravitationnelles. Avant de se joindre à l'Université d'État de Louisiane en 2001, Gabriela González a été scientifique au sein du groupe MIT-LIGO et professeure à l'Université d'État de Pennsylvanie. Elle a reçu en 2007 le prix Edward-A.-Bouchet de la Société américaine de physique.

**Steve Carlip**, Université de la Californie à Davis (membre depuis 2017)

M. Carlip est membre du corps professoral de l'Université de la Californie à Davis depuis 1990. Ses travaux portent sur l'un des problèmes fondamentaux non résolus de la physique théorique moderne, à savoir la tentative de combiner la relativité générale et la mécanique quantique dans une théorie quantique cohérente de la gravitation. Il travaille actuellement sur la gravitation quantique à

(2+1) dimensions, sur les fondements gravitationnels quantiques de la thermodynamique des trous noirs, sur les méthodes discrètes en théorie de la gravitation, de même que sur la réduction du nombre de dimensions sur de courtes distances. Steve Carlip est membre élu de la Société américaine de physique et de l'Institut de physique du Royaume-Uni.

**Katherine Freese**, Université du Michigan (membre depuis 2017)

Mme Freese a le titre de professeure George-E.-Uhlenbeck de physique à l'Université du Michigan. Elle est aussi professeure invitée à l'Université de Stockholm. Ses recherches portent sur une grande variété de sujets en cosmologie théorique et en physique des astroparticules. Elle tente de repérer la matière sombre et l'énergie sombre qui imprègnent l'univers, et de construire un modèle expliquant avec succès l'univers primitif immédiatement après le Big Bang. Katherine Freese a été boursière de la Fondation Sloan et boursière de la Fondation Simons en physique théorique, et elle est membre élue de la Société américaine de physique depuis 2009. En 2014, elle a publié son premier livre de vulgarisation scientifique, intitulé *The Cosmic Cocktail: Three Parts Dark Matter* (Le cocktail cosmique : trois parts de matière sombre).

**Shamit Kachru**, Université Stanford (membre depuis 2015)

M. Kachru est professeur de physique à l'Université Stanford depuis 1999. C'est un expert de la théorie des cordes et de la théorie quantique des champs, ainsi que de leurs applications en cosmologie, en physique de la matière condensée, en physique des particules, en physique mathématique et en gravitation quantique. Il est l'auteur de contributions majeures dans divers domaines, dont la compactification de théories des cordes, la dualité en théorie des cordes, la correspondance AdS/CFT et la construction de modèles de l'inflation cosmique. Shamit Kachru a reçu de nombreuses distinctions, dont un prix de jeune chercheur exceptionnel du Département américain de l'Énergie, une bourse de recherche Sloan, une bourse de la Fondation Packard, le prix commémoratif Bergmann, le prix de l'ACIPA remis à un jeune physicien exceptionnel, ainsi qu'une bourse de chercheur Simons.

**David B. Kaplan**, Université de l'État de Washington (membre depuis 2017)

M. Kaplan est membre principal de l'Institut de théorie nucléaire de l'Université de l'État de Washington, où il est également professeur de physique depuis 1998. Il a été directeur de l'Institut de théorie nucléaire de 2006 à 2016. Ses recherches portent sur l'application de la théorie quantique des champs aux interactions fortes, sur la théorie des champs en treillis, sur l'informatique quantique et la cosmologie, de même que sur la physique au-delà du modèle standard. David B. Kaplan est membre élu de la Société américaine de physique, de l'Académie des sciences de l'État de Washington, de l'Académie nationale des sciences des États-Unis et de l'Académie américaine des arts et des sciences.

**Ramesh Narayan**, Université Harvard (membre depuis 2017)

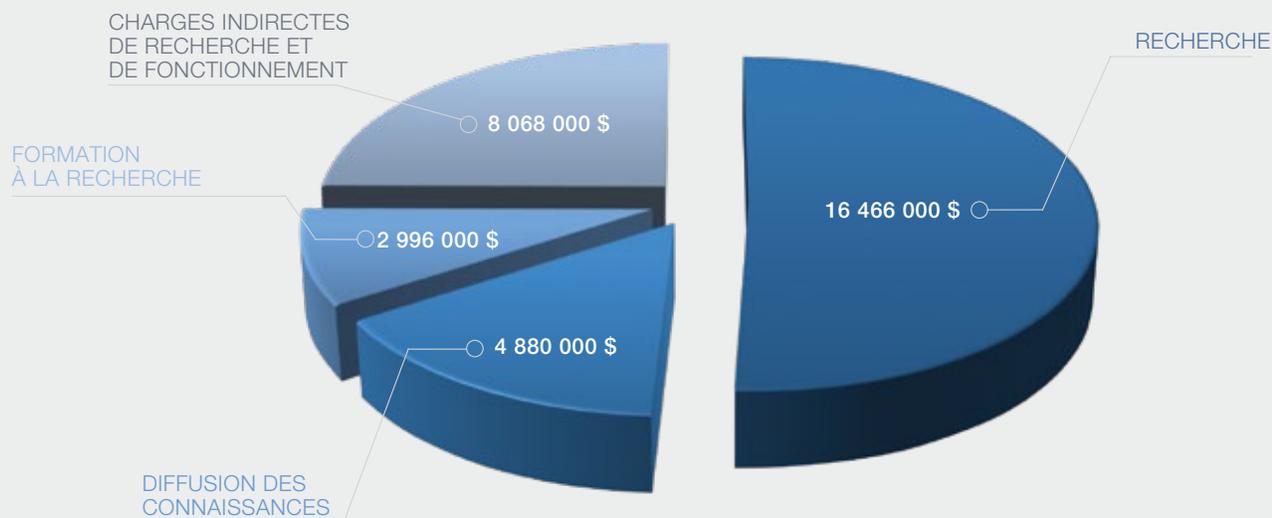
M. Narayan a le titre de professeur Thomas-Dudley-Cabot de sciences naturelles à l'Université Harvard. C'est un astrophysicien mondialement reconnu pour ses recherches sur les trous noirs. M. Narayan a également fait des recherches dans plusieurs autres domaines de l'astrophysique théorique, dont les disques d'accrétion, l'effet lentillaire gravitationnel, les bouffées de rayons gamma et les étoiles à neutrons. Ramesh Narayan est membre élu de la Société royale de Londres, de l'Association américaine pour l'avancement de la science et de l'Académie mondiale des sciences, ainsi que membre de l'Académie nationale des sciences des États-Unis, de l'Union astronomique internationale et de la Société américaine d'astronomie.

**Barbara Terhal**, Université de technologie de Delft (membre depuis 2015)

Mme Terhal est professeure à l'Université de technologie de Delft et membre du personnel de QuTech, centre de recherche en collaboration fondé par cette université et TNO, l'Organisation néerlandaise pour la recherche scientifique appliquée. Elle est également membre à temps partiel du personnel de l'Institut de nanoélectronique du Centre de recherche de Juliers (Jülich), en Allemagne. Ses recherches portent sur la théorie de l'information quantique — notamment les algorithmes quantiques, la correction d'erreurs quantiques et sa mise en œuvre dans des qubits à l'état solide, de même que sur la théorie de la complexité quantique. Barbara Terhal est membre élue de la Société américaine de physique et membre associée du programme *Traitement de l'information quantique* de l'Institut canadien de recherches avancées.

## SOMMAIRE DES CHARGES DE FONCTIONNEMENT (VOIR À LA PAGE 50)

Pour l'exercice terminé le 31 juillet 2018



### Recherche

L'Institut Péricètre a pour mission de faire progresser notre compréhension de l'univers au niveau le plus fondamental. Pour accomplir sa mission, l'Institut a continué d'investir dans la création d'un milieu de recherche favorisant les percées scientifiques, en augmentant le nombre de chercheurs résidants et en alimentant au moyen de divers programmes la venue de chercheurs invités. En 2017-2018, les investissements de l'Institut Péricètre en recherche ont augmenté de plus de 5 % par rapport à l'année précédente, conformément aux objectifs de croissance.

### Formation à la recherche

Au cours de la dernière année, l'Institut Péricètre a continué d'offrir des programmes innovateurs de formation à la recherche tels que le programme PSI (*Perimeter Scholars International* – Boursiers internationaux de l'Institut Péricètre), le programme de doctorat et le programme d'adjoints diplômés invités, qui aident de jeunes scientifiques à préciser leurs idées et leurs intérêts, grâce à des interactions pédagogiques et scientifiques dynamiques. Des augmentations planifiées de la participation au programme PSI et des fonds supplémentaires visant à attirer des doctorants prometteurs ont contribué à une augmentation de plus de 17 % des dépenses par rapport à l'année précédente.

### Diffusion des connaissances et communications scientifiques

Les programmes de classe mondiale de diffusion des connaissances de l'Institut Péricètre font connaître au Canada et ailleurs les merveilles et les mystères de l'univers ainsi que l'importance des percées scientifiques. En raison de la conclusion d'Innovation150, initiative phare du gouvernement du Canada dirigée par l'Institut Péricètre dans le cadre des célébrations du 150<sup>e</sup> anniversaire de la Confédération, les dépenses de l'Institut dans ce domaine ont diminué par rapport à l'année précédente. L'Institut a néanmoins continué d'avoir une influence importante auprès des élèves, des enseignants et du grand public, grâce à ses programmes et produits stimulants.

### Charges indirectes de recherche et de fonctionnement

Les charges indirectes de recherche et de fonctionnement comprennent les coûts des activités centrales de soutien, notamment l'administration, le développement de l'Institut, la technologie de l'information et les installations. L'Institut Péricètre continue de chercher à être le plus efficace possible et de demeurer un institut de recherche de classe mondiale en investissant la majorité de ses fonds dans son mandat fondamental de recherche, de formation et de diffusion des connaissances. En 2017-2018, les charges indirectes de recherche et de fonctionnement ont constitué 25 % des dépenses totales de l'Institut, ce qui correspond à la moyenne historique en la matière.

## PRODUITS

La campagne de collecte de fonds de l'Institut PÉRIMÈTRE auprès du secteur privé a continué de connaître beaucoup de succès, apportant plus de 6 millions de dollars à l'appui du fonctionnement de l'Institut, et les subventions de recherche octroyées par des fondations privées ont dépassé le million de dollars. Entre-temps, les gouvernements fédéral et provincial ont continué de fournir des fonds conformément aux termes des accords de subvention. La réception hâtive de certaines contributions fédérales prévues pour l'exercice 2018-2019 s'est traduite par des produits supplémentaires au cours de l'exercice 2017-2018. Les investissements majeurs et constants des gouvernements du Canada et de l'Ontario montrent que l'Institut PÉRIMÈTRE en vaut la peine et qu'il rapporte beaucoup à ses partenaires publics.

## SITUATION FINANCIÈRE (VOIR À LA PAGE 49)

De nombreuses années d'investissements prudents ont permis de constituer un fonds de dotation solide qui contribue à assurer l'avenir de l'Institut.

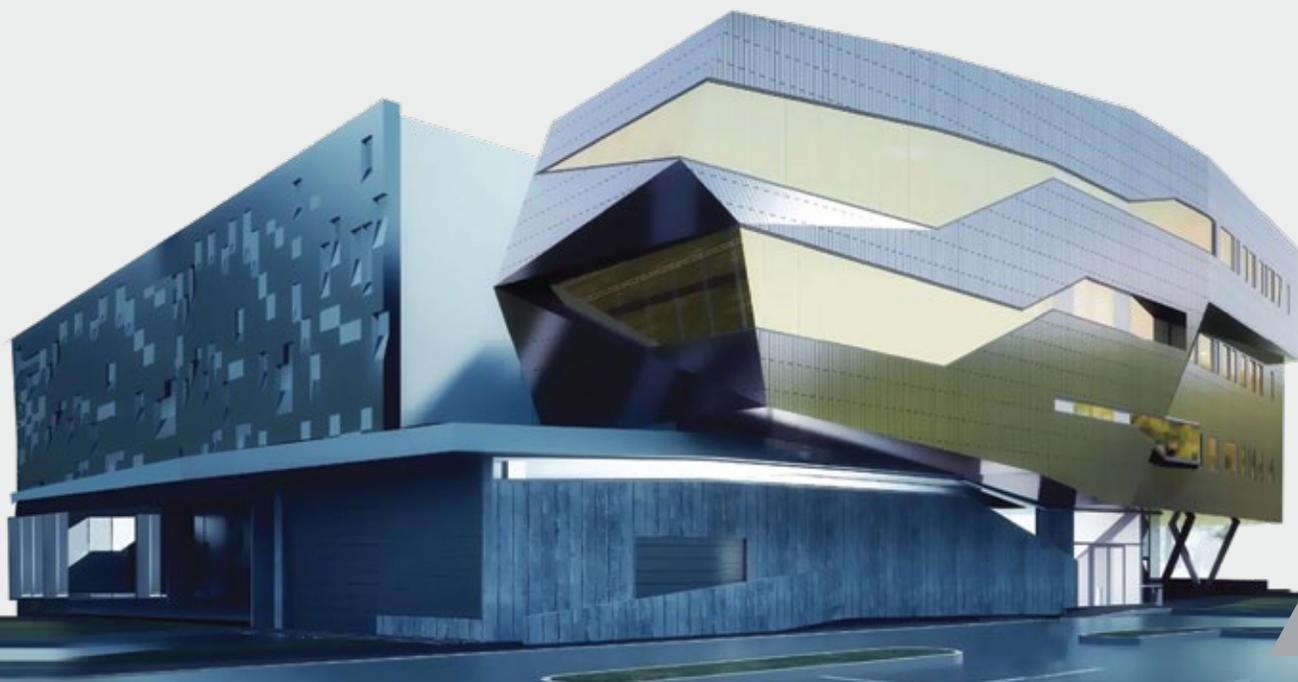
Le fonds de dotation de l'Institut PÉRIMÈTRE comprend des titres canadiens, des titres étrangers, des titres à revenu fixe et d'autres placements spécifiques conformes aux objectifs de l'Institut en matière de risque et de rendement. Il sert à accumuler des fonds privés afin de répondre aux besoins futurs de l'Institut et assure la souplesse à court terme voulue pour réagir aux occasions ciblées de recherche qui peuvent se présenter. Les placements en valeurs mobilières ont rapporté près de 9 % au cours de la dernière année.

## PLAN À LONG TERME

L'Institut PÉRIMÈTRE doit son existence à un partenariat public-privé coopératif très fructueux qui pourvoit aux activités courantes tout en préservant les possibilités futures.

Au 31 juillet 2018, l'Institut PÉRIMÈTRE a terminé la première année d'ententes de financement, chacune de 50 millions de dollars sur 5 ans, avec les gouvernements fédéral et provincial, soit un financement total de 100 millions de dollars pour les prochaines années. Les engagements des gouvernements sur plusieurs années dont l'Institut PÉRIMÈTRE bénéficie depuis sa fondation témoignent d'une étroite collaboration de l'Institut avec ses partenaires publics et montrent que l'Institut PÉRIMÈTRE constitue un excellent investissement stratégique pour les gouvernements.

En plus de l'appui du secteur public, l'Institut PÉRIMÈTRE est constamment à la recherche de moyens innovateurs d'accroître ses sources de fonds privés. Selon les désirs des donateurs, les sommes provenant du secteur privé servent à assumer des charges d'exploitation ou sont placées dans un fonds de dotation conçu pour maximiser la croissance et réduire le plus possible les risques. Le rendement des placements est toutefois susceptible de varier et est assujéti à la situation économique. Sous la direction du comité de gestion des placements, les fonds sont investis conformément aux politiques et procédures de placement approuvées par le conseil d'administration.





## RAPPORT DES AUDITEURS INDÉPENDANTS SUR LES ÉTATS FINANCIERS RÉSUMÉS

À l'attention du conseil d'administration de l'Institut PÉRIMÈTRE

Les états financiers résumés ci-joints, qui comprennent l'état résumé de la situation financière au 31 juillet 2018, ainsi que l'état résumé des résultats et de l'évolution du solde des fonds pour l'exercice terminé à cette même date, ont été établis à partir des états financiers audités de l'Institut PÉRIMÈTRE (« l'Institut ») pour l'exercice terminé le 31 juillet 2018. Nous avons exprimé une opinion sans réserve sur ces états financiers dans notre rapport daté du 6 décembre 2018. Ces états financiers, de même que les états financiers résumés ci-joints, ne tiennent pas compte d'événements survenus après la date de notre rapport sur les états financiers audités.

Les états financiers résumés ne contiennent pas toutes les informations requises selon les normes comptables canadiennes pour les organismes à but non lucratif. Par conséquent, la lecture des états financiers résumés ne peut remplacer la lecture des états financiers audités de l'Institut.

### *Responsabilité de la direction à l'égard des états financiers résumés*

La direction est responsable de la préparation d'un résumé des états financiers audités conformément aux méthodes élaborées par la direction, qui consistent à supprimer l'état des flux de trésorerie, à conserver les principaux sous-totaux et totaux ainsi que les données comparatives, et à conserver les renseignements contenus dans les états financiers audités à propos de questions ayant un effet généralisé ou important sur les états financiers résumés.

### *Responsabilité des auditeurs*

Notre responsabilité consiste à exprimer une opinion sur les états financiers résumés, d'après nos procédures, qui sont conformes à la Norme canadienne d'audit 810, *Missions visant la délivrance d'un rapport sur des états financiers résumés*.

### *Opinion*

À notre avis, les états financiers résumés établis à partir des états financiers audités de l'Institut pour l'exercice terminé le 31 juillet 2018 constituent un résumé fidèle de ces états financiers, établi conformément aux méthodes élaborées par la direction, qui consistent à supprimer l'état des flux de trésorerie, à conserver les principaux sous-totaux et totaux ainsi que les données comparatives, et à conserver les renseignements contenus dans les états financiers audités à propos de questions ayant un effet généralisé ou important sur les états financiers résumés.

### *Divers*

Les états financiers audités de l'Institut sont disponibles sur demande adressée à l'Institut.

Toronto (Ontario)  
Le 6 décembre 2018

*Zeifmans LLP*  
Comptables agréés  
Experts-comptables autorisés

201 Bridgeland Avenue | Toronto  
Ontario | M6A 1Y7 | Canada

zeifmans.ca  
T: 416.256.4000



## INSTITUT PÉRIMÈTRE

État résumé de la situation financière  
au 31 juillet 2018

	2018	2017
<b>ACTIF</b>		
Actif à court terme :		
Trésorerie et équivalents	16 881 000 \$	6 771 000 \$
Placements	342 928 000	324 504 000
Subventions à recevoir	3 442 000	38 000
Autre actif à court terme	679 000	1 282 000
	<u>363 930 000</u>	<u>332 595 000</u>
Immobilisations	42 046 000	42 786 000
<b>TOTAL DE L'ACTIF</b>	<u>405 976 000 \$</u>	<u>375 381 000 \$</u>
<b>PASSIF ET SOLDE DES FONDS</b>		
Passif à court terme :		
Comptes créditeurs et autre passif à court terme	1 294 000 \$	1 043 000 \$
<b>TOTAL DU PASSIF</b>	<u>1 294 000</u>	<u>1 043 000</u>
Solde des fonds :		
Investis dans les immobilisations	41 948 000	42 772 000
Grevés d'affectations d'origine externe	56 567 000	122 077 000
Grevés d'affectations d'origine interne	305 441 000	203 440 000
Non grevés	726 000	6 049 000
	<u>404 682 000</u>	<u>374 338 000</u>
<b>SOLDE TOTAL DES FONDS</b>	<u>405 976 000 \$</u>	<u>375 381 000 \$</u>

## INSTITUT PÉRIMÈTRE

État résumé des résultats et du solde des fonds  
pour l'exercice terminé le 31 juillet 2018

	2018	2017
<b>Produits</b>		
Subventions gouvernementales	29 383 000 \$	19 078 000 \$
Dons	1 086 000	1 726 000
Autres produits	6 424 000	6 913 000
	<u>36 893 000</u>	<u>27 717 000</u>
<b>Charges</b>		
Recherche	16 466 000	15 681 000
Formation à la recherche	2 996 000	2 566 000
Diffusion des connaissances et communications scientifiques	4 880 000	8 470 000
Charges indirectes de recherche et de fonctionnement	8 068 000	7 197 000
	<u>32 410 000</u>	<u>33 914 000</u>
Excédent des produits par rapport aux charges (des charges par rapport aux produits) avant amortissement, gain sur la disposition d'immobilisations et produits (perte) de placement	4 483 000	(6 197 000)
Amortissement	(2 747 000)	(2 437 000)
Produits de placement	<u>28 608 000</u>	<u>20 183 000</u>
Excédent des produits par rapport aux charges	30 344 000	11 549 000
Solde des fonds au début de l'exercice	374 338 000	362 789 000
Solde des fonds à la fin de l'exercice	<u>404 682 000 \$</u>	<u>374 338 000 \$</u>

**Zeifmans**

# PRIORITÉS ET OBJECTIFS POUR L'AVENIR



L'Institut Péricône est en bonne voie d'atteindre son objectif primordial à long terme : créer et pérenniser le plus grand centre mondial pour la recherche, la formation et la diffusion des connaissances en physique théorique. Pour poursuivre sur sa lancée, l'Institut a établi un ensemble d'objectifs stratégiques afin d'orienter la poursuite de son développement. La réalisation de la mission essentielle de l'Institut continuera de guider toutes les facettes de ses efforts de recherche, de formation et de diffusion des connaissances.

**Réaliser des percées dans notre compréhension de l'univers**, en exploitant et en augmentant les connaissances dans tout le spectre de la physique théorique, et en se concentrant stratégiquement sur les domaines de recherche qui offrent les meilleures possibilités de découvertes majeures.

**Créer la communauté la plus solide au monde de chercheurs en physique théorique**, en continuant d'attirer et de conserver les meilleurs talents à l'échelle internationale, et en favorisant une productivité maximale grâce à une infrastructure et à un soutien inégalés.

**Attirer et former la prochaine génération d'esprits brillants**, en offrant à des étudiants diplômés et à des postdoctorants exceptionnels la formation et le soutien nécessaires pour développer des aptitudes variées et acquérir des compétences utiles qui alimenteront des carrières fructueuses et plus généralement l'économie du savoir.

**Attirer des scientifiques invités exceptionnels**, en organisant des conférences, ateliers et séminaires ciblés et opportuns sur des

sujets de pointe, et en facilitant constamment la venue de physiciens reconnus et émergents pour des séjours scientifiques de courte aussi bien que de longue durée.

**Constituer le pôle canadien de la recherche en physique fondamentale**, en renforçant les liens avec des institutions de tout le pays, de même qu'en œuvrant pour une recherche de pointe, une formation de grande qualité et l'intérêt du public.

**Catalyser l'émergence de centres de premier plan en mathématiques et physique dans le monde**, en permettant à de nouveaux et vastes réservoirs de talents scientifiques d'accéder à l'excellence, ainsi qu'en diffusant le savoir et l'expertise, en particulier dans les pays en développement.

**Faire connaître le pouvoir transformateur de la physique théorique** partout au Canada et dans le monde entier, en inspirant une nouvelle génération d'explorateurs scientifiques par des activités de diffusion des connaissances à fort impact, tout en intéressant le grand public aux merveilles et à la passion de la recherche en physique fondamentale.

**Continuer de renforcer le partenariat public-privé visionnaire qui sous-tend l'Institut Péricône**, en procurant un excellent rendement sur les sommes investies, en obtenant un financement soutenu de partenaires gouvernementaux et en augmentant le nombre de donateurs privés de l'Institut.

## PROFESSEURS À PLEIN TEMPS



**Neil Turok** (Ph.D., Collège impérial de Londres, 1983) est le directeur de l'Institut Péricône. Il a été professeur de physique à l'Université de Princeton et titulaire de la chaire de physique mathématique de l'Université de Cambridge, avant d'être nommé à son poste actuel en 2008. En 2013, il a également été nommé titulaire de la chaire Mike-et-Ophelia-Lazaridis-Niels-Bohr de physique théorique de l'Institut Péricône. Les recherches de M. Turok mettent l'accent sur l'élaboration de théories fondamentales en cosmologie et de nouveaux tests d'observation. Ses prédictions concernant les corrélations entre la polarisation et la température du rayonnement fossile (ou fonds diffus cosmologique) et celles du rayonnement de fond produit par l'énergie sombre ont été confirmées. Il a élaboré, avec entre autres Stephen Hawking, le modèle d'univers inflationnaire ouvert semblable à une bulle. Il a également élaboré le modèle d'univers cyclique avec Paul Steinhardt. À l'heure actuelle, il travaille sur une nouvelle conception de la cosmologie quantique qui résout la singularité du Big Bang et explique l'émergence du temps. Avec Ue-Li Pen, il a récemment montré comment les ondes gravitationnelles permettent de fixer des contraintes et d'observer des phénomènes physiques concernant l'univers primitif. M. Turok a reçu de nombreuses distinctions, dont des bourses Sloan et Packard, de même que la médaille James-Clerk-Maxwell de l'Institut de physique du Royaume-Uni. Il est membre du programme *Cosmologie et gravité* de l'Institut canadien de recherches avancées et membre principal du Collège Massey de l'Université de Toronto. En 2012, il a été invité à prononcer les conférences Massey, diffusées d'un bout à l'autre du Canada. Ces conférences ont été également publiées dans le livre *The Universe Within* (traduit en français sous le titre *L'univers vu de l'intérieur*), bestseller qui a valu à son auteur le prix Lane-Anderson 2013, prix de vulgarisation scientifique le plus important au Canada. Né en Afrique du Sud, M. Turok a fondé l'Institut africain des sciences mathématiques (AIMS) dans la ville du Cap en 2003. L'AIMS est depuis devenu un réseau de 6 centres —situés en Afrique du Sud, au Sénégal, au Ghana, au Cameroun, en Tanzanie et au Rwanda — qui est maintenant la principale institution d'enseignement supérieur en sciences mathématiques de l'Afrique. Pour ses découvertes scientifiques et son œuvre de mise sur pied de l'AIMS, Neil Turok s'est vu décerner un prix TED en 2008, ainsi que des prix du Sommet mondial sur l'innovation et l'esprit d'entreprise, et du Sommet mondial de l'innovation en éducation. En 2016, il a reçu de l'Institut américain de physique la médaille John-Torrence-Tate pour son action déterminante en physique à l'échelle internationale et a été élu membre honoraire de l'Institut de physique du Royaume-Uni. Il a reçu le prix John-Wheatley de la Société américaine de physique et a été choisi pour prononcer la conférence Gerald-Whitrow devant la Société royale d'astronomie de Londres. En 2018, il a été nommé officier honoraire de l'Ordre du Canada.



**Asimina Arvanitaki** (Ph.D., Université Stanford, 2008) est titulaire de la chaire Fondation-Stavros-Niarcho-Aristarque de physique théorique de l'Institut Péricône, où elle est professeure depuis 2014. Elle a été auparavant chercheuse au Laboratoire national Lawrence-Berkeley de l'Université de la Californie à Berkeley (2008-2011) et à l'Institut de physique théorique de l'Université Stanford (2011-2014). Mme Arvanitaki est physicienne des particules et se spécialise dans la conception de nouvelles expériences pour mettre à l'épreuve des théories fondamentales au-delà du modèle standard. Ces expériences font appel aux développements les plus récents en métrologie, dont les horloges atomiques, ainsi qu'au piégeage et au refroidissement optiques d'objets macroscopiques. Elle a récemment inventé une expérience qui permet de rechercher dans la nature de nouvelles forces dépendant du spin, avec une précision sans précédent. Asimina Arvanitaki travaille également sur les défis théoriques soulevés par des résultats expérimentaux, par exemple sur un modèle de physique des particules influencé par une théorie des cordes dite de « supersymétrie (SUSY) avec scalaires découplés ». En 2017, elle a été lauréate d'un prix *Nouveaux Horizons en physique* de la Fondation des Prix du progrès scientifique (*Breakthrough Prize Foundation*).



**Latham Boyle** (Ph.D., Université de Princeton, 2006) s'est joint au corps professoral de l'Institut Péricône en 2010. De 2006 à 2009, il a été boursier postdoctoral à l'Institut canadien d'astrophysique théorique. Il a aussi été boursier junior de l'Institut canadien de recherches avancées. M. Boyle a étudié ce que la mesure des ondes gravitationnelles peut nous enseigner sur le commencement de l'univers. Avec Paul Steinhardt, il a déduit un ensemble de « relations d'autocohérence inflationniste » qui, si elles étaient confirmées par l'observation, soutiendraient de manière irréfutable la théorie de l'inflation primordiale. Latham Boyle est l'un des inventeurs d'une technique algébrique simple permettant de comprendre la fusion de trous noirs. Il a également formulé la théorie des « porcs-épics », nom qu'il a donné aux réseaux de détecteurs d'ondes gravitationnelles à basse fréquence, qui fonctionnent ensemble comme des télescopes pour la détection d'ondes gravitationnelles. Avec Shane Farnsworth, il a

découvert une reformulation de la géométrie non commutative de Connes qui simplifie grandement ses axiomes et les unifie, et éclaire ses liens avec le modèle standard de la physique des particules. Avec Kendrick Smith, il a élaboré la notion de « cristaux chorégraphiques » dont les éléments constitutifs exécutent une chorégraphie pouvant avoir une symétrie beaucoup plus riche que ce que révèle tout instantané de ces cristaux. Plus récemment, avec Paul Steinhardt, il a élaboré une nouvelle manière d'aborder les pavages de Penrose et explore de nouvelles applications de ces structures à la physique.

**Freddy Cachazo** (Ph.D., Université Harvard, 2002) est titulaire de la chaire Gluskin-Sheff-Freeman-Dyson de physique théorique de l'Institut Périclète, où il est professeur depuis 2005. M. Cachazo est l'un des plus grands experts mondiaux de l'étude et du calcul des amplitudes de diffusion dans les théories de jauge telles que les théories de Yang-Mills supersymétriques  $N=4$ , ainsi que de la théorie de la gravitation d'Einstein. Il a reçu de nombreuses distinctions, dont la médaille Gribov de la Société européenne de physique (2009), la médaille commémorative Rutherford de physique de la Société royale du Canada (2011), la médaille Herzberg de l'Association canadienne des physiciens et physiciennes (2012), un prix *Nouveaux horizons en physique* de la Fondation des Prix de physique fondamentale (2014), ainsi que le prix ACP-CRM de physique théorique et mathématique remis par l'Association canadienne des physiciens et physiciennes et le Centre de recherches mathématiques (2016).



**Kevin Costello** (Ph.D., Université de Cambridge, 2003) s'est joint à l'Institut Périclète en août 2014, en provenance de l'Université Northwestern, où il était professeur depuis 2006. Il est titulaire de la chaire Fondation-Krembil-William-Rowan-Hamilton de physique théorique. M. Costello travaille sur les aspects mathématiques de la théorie quantique des champs et de la théorie des cordes. Il est l'auteur de *Renormalization and Effective Field Theory* (Renormalisation et théorie effective des champs), monographie innovatrice qui introduit de nouveaux et puissants outils mathématiques dans la théorie quantique des champs. Il est également co-auteur de l'ouvrage *Factorization Algebras in Quantum Field Theory* (Algèbres de factorisation en théorie quantique des champs). Entre autres distinctions, Kevin Costello a reçu une bourse de recherche Sloan, le prix Berwick de la Société mathématique de Londres et plusieurs subventions prestigieuses de la Fondation nationale des sciences des États-Unis. En 2018, il a été élu membre de la Société royale de Londres.



**Neal Dalal** (Ph.D., Université de la Californie à San Diego, 2002) s'est joint à l'Institut Périclète en octobre 2017, en provenance de l'Université de l'Illinois à Urbana-Champaign, où il était professeur adjoint depuis 2011. Auparavant, il avait été postdoctorant à l'Institut d'études avancées de Princeton et associé principal de recherche à l'Institut canadien d'astrophysique théorique. Ses recherches portent sur la physique fondamentale de la cosmologie, la structure de l'univers et la formation des galaxies. Neal Dalal a créé à partir de données cosmologiques plusieurs tests portant sur la nature de la matière sombre.



**Savas Dimopoulos** (Ph.D., Université de Chicago, 1978) est titulaire de la chaire Coril-Holdings-Archimède de physique théorique de l'Institut Périclète (à titre de chercheur invité). Il s'est joint à l'Institut Périclète en 2016 tout en conservant son poste de professeur Famille-Hamamoto à la Faculté de sciences humaines et de sciences pures de l'Université Stanford, où il est membre du corps professoral depuis 1979. Il a également enseigné à l'Université de Boston, à l'Université Harvard ainsi qu'à l'Université de la Californie à Santa Barbara. Il a aussi fait partie du personnel du CERN de 1994 à 1997. M. Dimopoulos est un scientifique de premier plan dans le domaine de la physique des particules et il est bien connu pour ses travaux sur l'élaboration de théories au-delà du modèle standard. Avec ses collaborateurs, il a jeté les bases du modèle standard supersymétrique minimal (MSSM) et proposé le modèle ADD de grandes dimensions supplémentaires. Entre autres distinctions, Savas Dimopoulos a reçu le prix Tommasoni de physique, le prix J.J.-Sakurai de physique théorique de la Société américaine de physique, et un prix d'ancien étudiant éminent de l'Université de Houston. Il a été boursier de recherche Sloan et est actuellement membre élu de la Société japonaise pour la promotion de la science ainsi que de l'Académie américaine des arts et des sciences.





**Bianca Dittrich** (Ph.D., Institut Max-Planck de physique gravitationnelle, 2005) est devenue professeure à l'Institut Périclète en 2012. Auparavant, elle dirigeait le groupe de recherche Max-Planck sur la dynamique canonique et covariante de la gravitation quantique à l'Institut Albert-Einstein de Potsdam, en Allemagne. Ses recherches mettent l'accent sur l'élaboration et l'examen de modèles de gravitation quantique. Entre autres importantes découvertes, elle a mis au point un cadre de calcul d'observables invariantes de jauge en relativité générale canonique, réalisé de nouvelles constructions de géométrie quantique et identifié des propriétés holographiques de la gravité indépendante du fond. Bianca Dittrich a reçu la médaille Otto-Hahn, remise par la Société Max-Planck à de jeunes scientifiques d'exception, ainsi qu'une bourse de nouveau chercheur du ministère de la Recherche et de l'Innovation de l'Ontario.



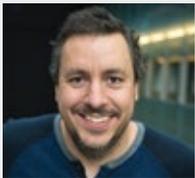
**William East** (Ph.D., Université de Princeton, 2013) s'est joint à l'Institut Périclète en 2016 à titre de boursier du directeur et est devenu membre du corps professoral en janvier 2018. Auparavant, il a été postdoctorant à l'Institut Kavli d'astrophysique des particules et de cosmologie de l'Université Stanford (2013-2016). M. East fait appel à des méthodes numériques et à l'informatique de haute performance pour étudier des phénomènes astrophysiques violents — tels que les fusions de trous noirs et les collisions d'étoiles denses —, afin de tester des modèles actuels de l'univers. Pour sa thèse, il a obtenu le prix Nicholas-Metropolis de la Société américaine de physique (2015) et le prix Jürgen-Ehlers de la Société internationale de la relativité générale et de la gravitation (2016).



**Laurent Freidel** (Ph.D., École normale supérieure de Lyon, 1994) s'est joint à l'Institut Périclète en 2002 à titre de chercheur invité, puis est devenu professeur à l'Institut en 2006. C'est un physicien mathématicien qui a fait de nombreuses contributions dignes de mention en gravitation quantique, dont l'élaboration de modèles de mousse de spin. Il a de plus introduit dans ce domaine plusieurs nouveaux concepts, comme ceux de théorie des groupes en théorie quantique des champs, de localité relative, et de théorie des métacordes et d'espace-temps modulaire. M. Freidel possède des connaissances très étendues dans bien des domaines, notamment la physique gravitationnelle, les systèmes intégrables, les théories des champs topologiques, les théories conformes bidimensionnelles, la théorie des cordes et la chromodynamique quantique. Il a occupé des postes à l'Université d'État de Pennsylvanie et à l'École normale supérieure de Lyon. Laurent Freidel est membre du Centre national de la recherche scientifique de France depuis 1995 et a reçu de nombreuses distinctions.



**Davide Gaiotto** (Ph.D., Université de Princeton, 2004) est professeur à l'Institut Périclète depuis 2012 et titulaire de la chaire Fondation-Krembil-Gallée de physique théorique. Auparavant, il a été postdoctorant à l'Université Harvard de 2004 à 2007, puis membre à long terme de l'Institut d'études avancées de Princeton de 2007 à 2012. M. Gaiotto travaille dans le domaine des champs quantiques à couplage fort et a réalisé plusieurs percées conceptuelles importantes. Il a obtenu la médaille Gribov de la Société européenne de physique (2011) et un prix *Nouveaux horizons en physique* de la Fondation des Prix de physique fondamentale (2013).



**Jaume Gomis** (Ph.D., Université Rutgers, 1999) est devenu professeur à l'Institut Périclète en 2004, renonçant du même coup à une bourse de jeune chercheur européen qui lui avait été attribuée par la Fondation européenne de la science. Auparavant, il a travaillé à l'Institut de technologie de la Californie à titre de postdoctorant et de boursier principal Sherman-Fairchild. Ses domaines privilégiés de recherche sont la théorie des cordes et la théorie quantique des champs. M. Gomis a obtenu une bourse de nouveau chercheur du ministère de la Recherche et de l'Innovation de l'Ontario, pour un projet visant à mettre au point de nouvelles techniques de description des phénomènes quantiques en physique nucléaire et corpusculaire.

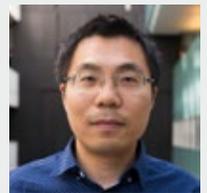


**Daniel Gottesman** (Ph.D., Institut de technologie de la Californie, 1997) est professeur à l'Institut Périclète depuis 2002. De 1997 à 2002, il a été postdoctorant au Laboratoire national de Los Alamos, à la Division de la recherche de Microsoft et à l'Université de la Californie à Berkeley (à titre de boursier CMI à long terme de l'Institut de mathématiques Clay). M. Gottesman est l'auteur de contributions majeures qui continuent de façonner le domaine de l'informatique quantique, grâce à son travail sur la correction d'erreurs quantiques et la cryptographie quantique. Il a publié plus de 50 articles qui ont fait l'objet de plus de 4 000 citations à ce jour. Daniel Gottesman est également boursier principal du programme *Information quantique* de l'Institut canadien de recherches avancées et a été élu membre de la Société américaine de physique.

**Lucien Hardy** (Ph.D., Université de Durham, 1992) est devenu professeur à l'Institut Péricimètre en 2002, après avoir occupé des postes de chercheur et d'enseignant dans diverses universités européennes, dont l'Université d'Oxford, l'Université *La Sapienza* de Rome, l'Université de Durham, l'Université d'Innsbruck et l'Université nationale d'Irlande. En 1992, il a trouvé une preuve très simple de la non-localité en physique quantique, aujourd'hui appelée *théorème de Hardy*. Il s'est intéressé à la caractérisation de la physique quantique sous forme de postulats opérationnels et à sa reformulation opérationnelle. Il a récemment montré comment reformuler la relativité générale en termes opérationnels. Cela est considéré comme un tremplin en vue de trouver une théorie de la gravitation quantique.



**Yin-Chen He** (Ph.D., Université Fudan, 2014) s'est joint à l'Institut Péricimètre en juillet 2018, en provenance de l'Université Harvard, où il était boursier postdoctoral Moore depuis 2016. Auparavant, il avait passé 2 ans comme postdoctorant à l'Institut Max-Planck de physique des systèmes complexes. C'est un chercheur dans le domaine de la matière condensée qui s'intéresse aux systèmes fortement corrélés, en particulier les liquides de spin, de même qu'aux systèmes critiques quantiques, à la théorie conforme des champs, aux états topologiques de la matière, à la théorie quantique des champs et aux simulations numériques.



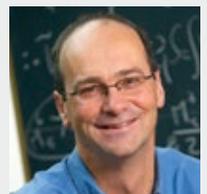
**Timothy Hsieh** (Ph.D., Institut de technologie du Massachusetts, 2015) s'est joint à l'Institut Péricimètre en mars 2018, en provenance de l'Institut Kavli de physique théorique de l'Université de la Californie à Santa Barbara, où il était boursier postdoctoral Moore depuis 2015. M. Hsieh travaille dans le domaine de la matière condensée et se spécialise dans les états exotiques de la matière dont les comportements physiques sont dictés par les structures mathématiques que l'on trouve en topologie. Il s'intéresse également aux matériaux quantiques, à l'intrication, de même qu'aux applications de systèmes quantiques synthétiques à la simulation quantique.

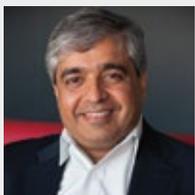


**Luis Lehner** (Ph.D., Université de Pittsburgh, 1998) a d'abord été professeur associé à l'Institut Péricimètre en 2009, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université de Guelph. Il est devenu professeur à plein temps à l'Institut Péricimètre en 2012, puis il a été vice-président du corps professoral de 2014 à 2017, avant de devenir président du corps professoral en mars 2018. Il avait été auparavant professeur à l'Université d'État de Louisiane de 2002 à 2009. M. Lehner a reçu de nombreuses distinctions, dont le Prix d'honneur de l'Université nationale de Córdoba, en Argentine, une bourse de doctorat de la Fondation Mellon, le prix CGS/UMI pour une thèse exceptionnelle, de même que le prix Nicholas-Metropolis. Il a été boursier de l'Institut du Pacifique pour les sciences mathématiques (PIMS), boursier national de l'Institut canadien d'astrophysique théorique, ainsi que récipiendaire d'une bourse de recherche Sloan. Luis Lehner est actuellement membre élu de l'Institut de physique du Royaume-Uni et de la Société américaine de physique. Il est également membre de la Société internationale de la relativité générale et de la gravitation, ainsi que boursier principal du programme *Cosmologie et gravité* de l'Institut canadien de recherches avancées. Il est membre du conseil scientifique de l'Institut sud américain de recherche fondamentale du Centre international de physique théorique, ainsi que du conseil consultatif de l'Institut Kavli de physique théorique de l'Université de la Californie à Santa Barbara.



**Robert Myers** (Ph.D., Université de Princeton, 1986) est l'un des principaux physiciens théoriciens travaillant au Canada sur la théorie des cordes et la gravitation quantique. Après avoir obtenu son doctorat, il a été postdoctorant à l'Institut Kavli de physique théorique de l'Université de la Californie à Santa Barbara, puis professeur de physique à l'Université McGill, avant de devenir l'un des professeurs fondateurs de l'Institut Péricimètre en 2001. Il a été président du corps professoral de l'Institut de 2010 à 2018. M. Myers est l'auteur de contributions majeures à la compréhension de la microphysique des trous noirs, des d-branes et de l'application de l'entropie d'intrication à l'holographie et aux flux du groupe de renormalisation. Il a reçu de nombreuses distinctions, dont la médaille Herzberg de l'Association canadienne des physiciens et physiciennes (1999), le prix ACP-CRM (2005) et la médaille Vogt (2012). Il est en outre membre élu de la Société royale du Canada et boursier principal du programme *Cosmologie et gravité* de l'Institut canadien de recherches avancées. En 2014, 2015, 2016 et 2017, Robert Myers a fait partie de la liste des « esprits scientifiques les plus influents au monde » dressée par Thomson Reuters.





**Subir Sachdev** (Ph.D., Université Harvard, 1985) s'est joint à l'Institut Périclète en 2014 et est titulaire de la chaire Cenovus-Energy-James-Clerk-Maxwell de physique théorique (à titre de chercheur invité). Il est professeur de physique à l'Université Harvard depuis 2005. M. Sachdev a apporté d'abondantes contributions à la physique de la matière condensée quantique, notamment par ses recherches sur les transitions d'états quantiques et leur application aux systèmes à électrons corrélés tels que les supraconducteurs à haute température. Il est l'auteur d'un ouvrage majeur intitulé *Quantum Phase Transitions* (Transitions de états quantiques). Au cours des dernières années, il a exploité un lien remarquable entre les propriétés électroniques de matériaux au voisinage d'une transition d'états quantiques et la théorie quantique des trous noirs. Entre autres distinctions, Subir Sachdev a reçu une bourse de recherche Sloan et une bourse de la Fondation commémorative John-Simon-Guggenheim. Il est membre élu de la Société américaine de physique (APS) et de l'Académie nationale des sciences des États-Unis, et a reçu le prix Lars-Onsager 2018 de l'APS.



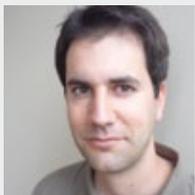
**Kendrick Smith** (Ph.D., Université de Chicago, 2007) est titulaire de la chaire Famille-Daniel-P.-James-E.-Peebles de physique théorique de l'Institut Périclète, où il est professeur depuis 2012. Auparavant, il a été postdoctorant à l'Université de Princeton (2009-2012) et à l'Université de Cambridge (2007-2009). M. Smith est un cosmologiste actif dans les milieux de la théorie et de l'observation. Il est membre de plusieurs équipes d'expérimentateurs, notamment celle de l'expérience WMAP — qui a reçu le prix Gruber 2012 de cosmologie et le Prix du progrès scientifique (*Breakthrough Prize*) 2018 de physique fondamentale — ainsi que des projets CHIME et Planck. Il a obtenu plusieurs résultats importants, dont la première détection de l'effet lenticulaire gravitationnel dans le rayonnement fossile (ou fonds diffus cosmologique). Kendrick Smith détient aussi un doctorat en mathématiques de l'Université du Michigan.



**Lee Smolin** (Ph.D., Université Harvard, 1979) est l'un des professeurs fondateurs de l'Institut Périclète. Auparavant, il a été professeur à l'Université Yale, à l'Université de Syracuse et à l'Université d'État de Pennsylvanie. Ses recherches portent surtout sur le problème de la gravitation quantique, où il a contribué à l'élaboration de la gravitation quantique à boucles. Ses contributions s'étendent toutefois sur de nombreux domaines, dont les fondements quantiques, la cosmologie, la physique des particules, la philosophie de la physique et l'économie. Il a publié près de 200 articles qui ont fait l'objet de plus de 19 000 citations à ce jour. Il a écrit 4 ouvrages non techniques et est co-auteur d'un livre sur la philosophie du temps. Entre autres distinctions, Lee Smolin a reçu le prix Majorana (2007), le prix commémoratif Klopsteg (2009) et le prix Buchalter de cosmologie (2014). Il a aussi été élu membre de la Société américaine de physique et de la Société royale du Canada.



**Robert Spekkens** (Ph.D., Université de Toronto, 2001) est devenu professeur à l'Institut Périclète en 2008, après avoir été titulaire d'une bourse internationale de la Société royale de Londres à l'Université de Cambridge. Il travaille dans le domaine des fondements de la physique quantique, où il est connu pour ses recherches sur l'interprétation de l'état quantique, le principe de non-contextualité, la nature de la causalité dans un monde quantique, de même que sur la caractérisation des propriétés de violation de symétrie et propriétés thermodynamiques d'états quantiques en tant que ressources. Robert Spekkens est corédacteur de l'ouvrage *Quantum Theory: Informational Foundations and Foils* (Physique quantique : fondements informationnels et théories de remplacement) et l'un des gestionnaires du projet *Quantum Causal Structures* (Structures causales quantiques). Il a reçu le prix Birkhoff-von-Neumann de l'Association internationale pour les structures quantiques en 2008, et a remporté en 2012 le 1<sup>er</sup> prix au concours d'essais de l'Institut FQXi (*Foundational Questions Institute*) pour son article intitulé *Questioning the Foundations: Which of Our Assumptions are Wrong?* (Remise en question des fondements : Lesquelles de nos hypothèses sont fausses?).



**Guifre Vidal** (Ph.D., Université de Barcelone, 1999) est devenu professeur à l'Institut Périclète en 2011, en provenance de l'Université du Queensland à Brisbane, où il était professeur à l'École de mathématiques et physique. M. Vidal travaille à la jonction entre la théorie de l'information quantique, la physique de la matière condensée et la théorie quantique des champs. Il élabore des algorithmes sur des réseaux de tenseurs pour calculer l'état fondamental de systèmes quantiques à N corps, et a proposé une formulation moderne du groupe de renormalisation, à partir de circuits et de l'intrication quantiques. Il travaille actuellement à la mise au point d'outils non perturbatifs pour des champs quantiques en interaction forte, ainsi que sur l'utilisation de réseaux de tenseurs en holographie. Guifre Vidal a reçu entre autres distinctions une bourse Marie-Curie de l'Union européenne, une bourse de la Fondation Sherman-Fairchild et une bourse de la Fédération australienne des conseils de recherche.

**Pedro Vieira** (Ph.D., École normale supérieure de Paris et Centre de physique théorique de l'Université de Porto, 2008) est titulaire de la chaire Clay-Riddell-Paul-Dirac de physique théorique de l'Institut Périclète, où il est professeur depuis 2009. Auparavant, il a été chercheur associé à l'Institut Max-Planck de physique gravitationnelle (Institut Albert-Einstein) en 2008 et 2009. Ses recherches portent sur la mise au point de nouveaux outils mathématiques pour les théories de jauge et des cordes, visant ultimement la résolution d'une théorie de jauge quadridimensionnelle réaliste. M. Vieira s'intéresse également à la correspondance AdS/CFT, au calcul théorique d'amplitudes de diffusion, ainsi qu'aux fonctions de corrélation dans des théories quantiques des champs en interaction. Il est chercheur principal au sein du projet de la Fondation Simons sur l'autocohérence non perturbative. Parmi ses nombreuses distinctions, mentionnons une bourse de recherche Sloan, la médaille Gribov de la Société européenne de physique et le prix international Raymond-et-Beverly-Sackler de physique remis par l'Université de Tel Aviv.



**Beni Yoshida** (Ph.D., Institut de technologie du Massachusetts, 2012) est devenu professeur à l'Institut Périclète en juillet 2017, où il était d'abord arrivé comme postdoctorant principal en 2015. De 2012 à 2015, il a été boursier Burke à l'Institut de physique théorique de l'Institut de technologie de la Californie, où il a travaillé au sein de l'équipe de John Preskill. Les recherches de M. Yoshida portent principalement sur les applications de la théorie de l'information quantique à des problèmes de physique des systèmes quantiques à N corps. En particulier, il s'est servi des techniques de théorie du codage quantique pour trouver de nouveaux états topologiques de la matière et a élaboré un cadre de classification des portes logiques insensibles aux défaillances à l'aide de théories de jauge topologiques. De plus, Beni Yoshida s'intéresse depuis quelque temps aux trous noirs.



## PROFESSEURS ASSOCIÉS

**Niayesh Afshordi** (Ph.D., Université de Princeton, 2004), nommé conjointement avec l'Université de Waterloo, a été de 2004 à 2007 boursier de l'Institut de théorie et de calcul du Centre Harvard-Smithsonian d'astrophysique, puis boursier de recherche distingué à l'Institut Périclète en 2008 et 2009. Il est professeur associé à l'Institut depuis 2009. M. Afshordi se spécialise dans les problèmes interdisciplinaires de la physique fondamentale, de l'astrophysique et de la cosmologie. Entre autres distinctions, il a reçu un supplément d'accélération à la découverte accordé par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada, une bourse de nouveau chercheur du ministère de la Recherche et de l'Innovation de l'Ontario, et la médaille d'or Vainu-Bappu de la Société d'astronomie de l'Inde. Il a aussi remporté le 3<sup>e</sup> prix Buchalter de cosmologie 2015 de la Société américaine d'astronomie.



**Alexander Braverman** (Ph.D., Université de Tel Aviv, 1998) s'est joint à l'Institut Périclète en 2015, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université de Toronto. Il a été auparavant membre du corps professoral de l'Université Brown (2004-2015), de même que chargé de cours à l'Université Harvard (2000-2004) et à l'Institut de technologie du Massachusetts (1997-1999). M. Braverman se spécialise dans plusieurs domaines ayant des applications en physique mathématique, dont la géométrie algébrique, la théorie des représentations, la théorie des nombres et le programme de Langlands géométrique. Il a été boursier de l'Institut de mathématiques Clay et boursier Simons en mathématiques.



**Avery Broderick** (Ph.D., Institut de technologie de la Californie, 2004) est devenu professeur associé à l'Institut Périclète en septembre 2011, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université de Waterloo, et a été nommé en janvier 2017 titulaire de la chaire Famille-Delaney-John-Archibald-Wheeler de physique théorique. Auparavant, il avait été postdoctorant à l'Institut de théorie et de calcul du Centre Harvard-Smithsonian d'astrophysique (2004-2007) et à l'Institut canadien d'astrophysique théorique (2007-2011). M. Broderick est un astrophysicien aux intérêts de recherche variés, depuis la formation des étoiles jusqu'à la physique des extrêmes au voisinage des naines blanches, des étoiles à neutrons et des trous noirs. C'est un membre-clé de l'équipe internationale du télescope EHT (*Event Horizon Telescope* – Télescope horizon des événements), qui vise à produire et à interpréter des images témoignant de l'horizon de trous noirs supermassifs — afin d'étudier comment les trous noirs accumulent de la matière et projettent les rayonnements ultrarelativistes observés —, et à sonder la nature de la gravité au voisinage de ces trous noirs.





**Alex Buchel** (Ph.D., Université Cornell, 1999) est professeur associé à l'Institut Périclète depuis 2003, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université Western. Auparavant, il a été chercheur à l'Institut Kavli de physique théorique de l'Université de la Californie à Santa Barbara (1999-2002), puis au Centre de physique théorique de l'Université du Michigan (2002-2003). Ses recherches portent sur la compréhension des propriétés quantiques des trous noirs et sur l'origine de l'univers dans le cadre de la théorie des cordes, de même que sur la mise au point d'outils analytiques qui pourraient apporter un éclairage nouveau sur les interactions fortes des particules subatomiques. En 2007, M. Buchel a reçu une bourse de nouveau chercheur du ministère de la Recherche et de l'Innovation de l'Ontario.



**Raffi Budakian** (Ph.D., Université de la Californie à Los Angeles, 2000) est devenu professeur associé à l'Institut Périclète en 2014, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Institut d'informatique quantique de l'Université de Waterloo (IQC). Il est également titulaire de la chaire de supraconductivité financée par un fonds de dotation à l'IQC et à l'Institut de nanotechnologie de Waterloo. Auparavant, M. Budakian a été professeur à l'Université de l'Illinois à Urbana-Champaign, et chercheur à l'Université de la Californie à Los Angeles et au Centre de recherche Almaden d'IBM à San Jose. C'est un physicien expérimentateur de la matière condensée, dont les recherches portent sur la mise au point de techniques ultrasensibles de détection de spin pour visualiser des spins individuels et faire des mesures quantiques. En 2005, Raffi Budakian a remporté un prix *World Technology Award* pour ses travaux sur la détection et la manipulation de spins quantiques.



**Cliff Burgess** (Ph.D., Université du Texas à Austin, 1985) est devenu professeur associé à l'Institut Périclète en 2004, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université McMaster entrée en vigueur en 2005. Auparavant, il a été membre de l'École de sciences naturelles de l'Institut d'études avancées de Princeton, puis professeur à l'Université McGill. Pendant 2 décennies, M. Burgess a appliqué les techniques de la théorie effective des champs à la physique des hautes énergies, à la physique nucléaire, à la théorie des cordes, à la cosmologie de l'univers primitif et à la physique de la matière condensée. Avec ses collaborateurs, il a mis au point des modèles d'expansion de l'univers fondés sur la théorie des cordes, qui constituent le cadre le plus prometteur pour une vérification expérimentale. Entre autres distinctions récentes, Cliff Burgess a été titulaire d'une bourse Killam et a été élu membre de la Société royale du Canada. Il a aussi remporté le prix ACP-CRM de physique théorique et mathématique.



**David Cory** (Ph.D., Université Case Western Reserve, 1987) s'est joint à l'Institut Périclète en 2010, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université de Waterloo, où il est professeur de chimie et directeur général adjoint, Recherche, de l'Institut d'informatique quantique. Auparavant il a été professeur de sciences et génie nucléaires à l'Institut de technologie du Massachusetts. Depuis 1996, M. Cory explore les défis expérimentaux de la construction de petits processeurs quantiques fondés sur les spins nucléaires, les spins électroniques, les neutrons, les dispositifs supraconducteurs à courant persistant et l'optique. En 2010, il s'est vu attribuer la chaire d'excellence en recherche du Canada sur le traitement de l'information quantique. Il est le chercheur principal du programme *Technologies quantiques transformatrices* doté d'un financement de 144 millions de dollars, dont 76 millions du Fonds d'excellence en recherche Apogée Canada. David Cory préside le comité consultatif du programme *Information quantique* de l'Institut canadien de recherches avancées. Il est membre élu de la Société américaine de physique et de la Société royale du Canada.

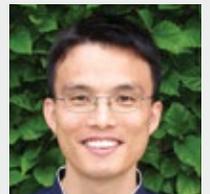


**Matthew Johnson** (Ph.D., Université de la Californie à Santa Cruz, 2007) est devenu professeur associé à l'Institut Périclète en 2012, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université York. Auparavant, il a été boursier postdoctoral Moore à l'Institut de technologie de la Californie, puis postdoctorant à l'Institut Périclète. M. Johnson est un cosmologiste théoricien dont les recherches interdisciplinaires visent à comprendre comment l'univers a commencé, comment il a évolué et vers quoi il s'en va. Il est l'auteur de contributions dans des domaines allant de la théorie de l'inflation cosmique à la théorie des cordes, en passant par la relativité numérique et l'analyse de données sur le rayonnement fossile. Matthew Johnson a obtenu par voie de concours des subventions du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada, de l'Institut FQXi (*Foundational Questions Institute*), ainsi que du programme *New Frontiers in Astronomy and Cosmology* (Nouvelles frontières en astronomie et cosmologie) administré par l'Université de Chicago.

**Raymond Laflamme** (Ph.D., Université de Cambridge, 1988) est membre fondateur du corps professoral de l'Institut Péricimètre, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Institut d'informatique quantique de l'Université de Waterloo, dont il a été le directeur général de 2002 à 2017. Il est également titulaire de la chaire Mike-et-Ophelia-Lazaridis-John-von-Neumann d'informatique quantique à l'Université de Waterloo et titulaire de la Chaire de recherche du Canada sur l'information quantique. Il a été chercheur à l'Université de la Colombie-Britannique et au Collège Peterhouse de l'Université de Cambridge, avant de passer au Laboratoire national de Los Alamos en 1992, où il a réorienté sa recherche de la cosmologie à l'informatique quantique. Depuis le milieu des années 1990, M. Laflamme a élaboré des méthodes théoriques de correction d'erreurs quantiques et en a mis certaines en œuvre dans des expériences. Il est directeur du programme *Information quantique* de l'Institut canadien de recherches avancées (ICRA) depuis 2003. Il est boursier principal de l'ICRA, ainsi que membre élu de la Société américaine de physique, de la Société royale du Canada et de l'Association américaine pour l'avancement de la science. Raymond Laflamme a été nommé officier de l'Ordre du Canada en 2017. Il a remporté le prix ACP-CRM 2017 de physique théorique et mathématique remis par l'Association canadienne des physiciens et physiciennes et le Centre de recherches mathématiques. Avec des collègues, il a fondé l'entreprise Universal Quantum Devices, qui commercialise certaines retombées des recherches en physique quantique.



**Sung-Sik Lee** (Ph.D., Université scientifique et technologique de Pohang, 2000) est devenu professeur associé à l'Institut Péricimètre en 2011, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université McMaster, où il est professeur agrégé. Auparavant, il a été postdoctorant à l'Université scientifique et technologique de Pohang, à l'Institut de technologie du Massachusetts, ainsi qu'à l'Institut Kavli de physique théorique de l'Université de la Californie à Santa Barbara. Les recherches de M. Lee portent principalement sur l'étude des systèmes quantiques à N corps en interaction forte, la théorie quantique des champs et la correspondance AdS/CFT. Ses travaux récents concernent les théories effectives des champs à faible énergie pour les non-liquides de Fermi, de même que sur la construction de théories holographiques duales de théories quantiques des champs à partir du groupe de renormalisation quantique.



**Matilde Marcolli** (Ph.D., Université de Chicago, 1997) est devenue professeure associée à l'Institut Péricimètre en janvier 2018, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université de Toronto, après avoir été pendant une décennie professeure de mathématiques à l'Institut de technologie de la Californie. C'est une physicienne mathématicienne dont les recherches portent sur la linguistique informatique, la géométrie et la topologie différentielles et algébriques, de même que sur les modèles mathématiques pour la cosmologie et les neurosciences. Entre autres distinctions, Matilde Marcolli a remporté en 2001 le prix Heinz-Maier-Leibnitz et le prix Sofja-Kovalevskaya, et a occupé de nombreux postes de chercheuse invitée. Elle est l'auteur de 4 livres, dont le plus récent est *Feynman Motives* (Motifs de Feynman), publié en 2009. Elle a aussi dirigé la publication de plusieurs autres ouvrages.

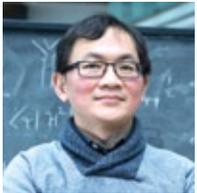


**Roger Melko** (Ph.D., Université de la Californie à Santa Barbara, 2005) est devenu professeur associé à l'Institut Péricimètre en 2012, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université de Waterloo, où il est professeur depuis 2007. Auparavant, il a été boursier postdoctoral Wigner au Laboratoire national d'Oak Ridge (2005-2007). M. Melko est un théoricien de la matière condensée qui élabore de nouveaux algorithmes et méthodes de calcul afin d'étudier les systèmes fortement corrélés à N corps. Il se concentre sur les phénomènes émergents, les phases des états fondamentaux, les transitions d'états, les systèmes critiques quantiques et l'intrication. Entre autres distinctions, Roger Melko a reçu la médaille Herzberg de l'Association canadienne des physiciens et physiciennes, le Prix du jeune scientifique en physique informatique de l'Union internationale de physique pure et appliquée, de même qu'une bourse de nouveau chercheur du ministère de la Recherche et de l'Innovation de l'Ontario. Il a également été nommé titulaire de la chaire de recherche du Canada (de niveau 2) en physique informatique quantique à N corps.





**Michele Mosca** (D.Phil., Université d'Oxford, 1999), nommé conjointement avec l'Institut d'informatique quantique de l'Université de Waterloo (IQC), est membre fondateur de l'Institut Périètre, ainsi que cofondateur de l'IQC. Il est aussi professeur au Département de combinatoire et optimisation de la Faculté de mathématiques de l'Université de Waterloo, de même que cofondateur et directeur de CryptoWorks21, programme de formation en cryptographie à l'épreuve des attaques quantiques financé par le CRSNG. M. Mosca a été l'un des fondateurs des ateliers ETSI-IQC sur la cryptographie à l'épreuve des attaques quantiques. Ces ateliers réunissent une grande variété d'intervenants qui œuvrent à la mise sur pied d'un système mondial normalisé de cryptographie à l'épreuve des attaques quantiques. Il est aussi l'un des fondateurs d'evolutionQ inc., qui aide les organismes à adopter des systèmes et des pratiques à l'épreuve des attaques quantiques. Ses recherches portent sur le calcul quantique et les outils de cryptographie à l'épreuve des attaques quantiques. M. Mosca est mondialement reconnu pour son désir d'aider le milieu universitaire, les entreprises et les gouvernements à préparer leurs systèmes pour qu'ils soient sûrs à l'ère des ordinateurs quantiques. Il est l'un des auteurs du réputé manuel intitulé *An Introduction to Quantum Computing* (Introduction à l'informatique quantique). Michele Mosca a reçu de nombreux prix et distinctions. Il a reçu le prix du Premier ministre de l'Ontario pour l'excellence en recherche (2000-2005) et est boursier de l'Institut canadien de recherches avancées depuis 2010. Il a été titulaire d'une chaire de recherche du Canada en informatique quantique (2002-2012) et est titulaire depuis 2012 d'une chaire de recherche de l'Université de Waterloo.



**Ue-Li Pen** (Ph.D., Université de Princeton, 1995) s'est joint à l'Institut Périètre en 2014, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Institut canadien d'astrophysique théorique de l'Université de Toronto, où il est professeur depuis 1998 et actuellement directeur par intérim. M. Pen est un astrophysicien théoricien qui étudie des systèmes où les effets physiques fondamentaux peuvent être isolés des complexités astronomiques. Ses projets de recherche comprennent la dynamique non linéaire du rayonnement fossile de neutrinos, la cartographie d'intensité de la raie à 21 cm, la scintillométrie de la VLBI des pulsars et l'expérience CHIME (*Canadian Hydrogen Intensity Mapping Experiment* – Expérience canadienne de cartographie d'intensité de l'hydrogène). Entre autres distinctions, Ue-Li Pen est boursier principal du programme *Cosmologie et gravité* de l'Institut canadien de recherches avancées. En 2018, il est devenu le 2<sup>e</sup> chercheur membre d'une institution canadienne à recevoir une bourse de chercheur Simons de la Fondation Simons depuis la mise sur pied du programme en 2012.



**Will Percival** (Ph.D., Université d'Oxford, 1999) s'est joint à l'Institut Périètre en mars 2018 après avoir été pendant plus d'une décennie membre du corps professoral de l'Institut de cosmologie et de gravitation de l'Université de Portsmouth. Il est professeur associé dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université de Waterloo, où il est titulaire de la chaire de recherche en astrophysique. M. Percival est un cosmologiste qui travaille principalement à l'étude des galaxies, utilisant leur position pour mesurer le rythme d'expansion de l'univers et la croissance de la structure du cosmos. Il est membre principal des expériences DSEI (*Dark Energy Spectroscopic Instrument* – Spectroscopie de l'énergie sombre), eBOSS (*Extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey* – Suivi spectroscopique étendu des oscillations baryoniques) et Euclid. Entre autres distinctions, Will Percival a reçu le prix Fowler 2008 de la Société royale d'astronomie de Londres et une bourse de scientifique éminent de l'Académie chinoise des sciences en 2016.

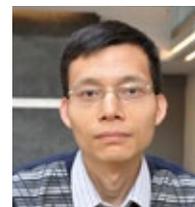


**Maxim Pospelov** (Ph.D., Institut Budker de physique nucléaire, 1994) est devenu professeur associé à l'Institut Périètre en 2004, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université de Victoria. Auparavant, il a été chercheur à l'Université du Québec à Montréal, à l'Université du Minnesota, à l'Université McGill et à l'Université du Sussex. M. Pospelov travaille dans les domaines de la physique des particules et de la cosmologie.



**Ben Webster** (Ph.D., Université de la Californie à Berkeley, 2007) est devenu professeur associé à l'Institut Périètre en juillet 2017, dans le cadre d'une nomination conjointe avec le Département de mathématiques pures de l'Université de Waterloo. Il a été auparavant membre du corps professoral de l'Université de la Virginie, de l'Université Northeastern et de l'Université de l'Oregon. Ses recherches portent sur les liens entre la théorie des représentations, la physique mathématique, la géométrie et la topologie, notamment l'homologie de nœuds, la géométrie de singularités symplectiques et la catégorification. Entre autres distinctions, il a obtenu une bourse de recherche Sloan et un prix CAREER de la Fondation nationale des sciences des États-Unis.

**Huan Yang** (Ph.D., Institut de technologie de la Californie, 2013) s'est joint à l'Institut Périmètre en septembre 2017, en provenance de l'Université de Princeton, où il a été postdoctorant pendant un an. Il est professeur associé dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Université de Guelph. M. Yang est un astrophysicien théoricien expert des trous noirs et des ondes gravitationnelles, et très impliqué dans des observations récentes. En particulier, il étudie l'astrophysique et la physique fondamentale des champs gravitationnels intenses. Ses travaux récents visent à comprendre les phénomènes physiques cachés dans des données existantes et à proposer de nouvelles idées qui orienteront des observations à venir.



**Jon Yard** (Ph.D., Université Stanford, 2005) est devenu professeur associé à l'Institut Périmètre en 2016, dans le cadre d'une nomination conjointe avec l'Institut d'informatique quantique et le Département de combinatoire et d'optimisation de l'Université de Waterloo. Il a été auparavant chercheur à l'Université McGill (2005), à l'Institut de technologie de la Californie (2005-2007), au Laboratoire national de Los Alamos (2007-2012) et à la Division de la recherche de Microsoft (2012-2016). Jon Yard s'intéresse à l'information quantique, aux champs mathématiques, aux champs quantiques et à la matière condensée. Avec Graeme Smith, il a reçu en 2009 le prix commémoratif Pat-Goldberg du meilleur article, remis par IBM Research, pour avoir prouvé que la capacité quantique ne caractérise pas complètement l'utilité d'un canal de transmission d'information quantique.



## CADRES ADMINISTRATIFS

### Directeur administratif et chef de l'exploitation

Michael Duschenes

### Directeur principal des finances et de l'exploitation

Stefan Pregelj

### Directeur des communications et des relations avec les médias

Colin Hunter

### Directrice du développement

Heather Clark

### Directeur de la diffusion des connaissances

Greg Dick

### Directrice financière

Sue Scanlan

### Directeur des programmes d'enseignement

James Forrest

### Directrice des publications

Natasha Waxman

### Directeur des relations extérieures et des affaires publiques

John Matlock

### Directrice des ressources humaines et de la culture

Sheri Keffer

### Directeur de la technologie de l'information

Ben Davies

## POSTDOCTORANTS EN 2017-2018

\* Assistant dans le programme PSI

Ben Albert	Maïté Dupuis*	Michael Jarret	Elliot Nelson	C. Jess Riedel	Daniel Wohns*
Alvaro Alhambra	Angelika Fertig	Theo Johnson-Freyd	Tadashi Okazaki	Aldo Riello	Elie Wolfe
Tibra Ali*	Zachary Fisher	Aleksander Kubica	Solomon Owerre	Denis Rosset	Gang Xu*
Masha Baryakhtar	Federico Galli	David Kubiznak*	Zhen Pan	Ana Belen Sainz	Junya Yagi
Beatrice Bonga	Martin Ganahl	Stefan Kühn	Roji Pius	John Selby	Ziqi Yan
Agata Branczyk*	Marc Geiller	Ravi Kunjwal	Daniele Pranzetti	Mohamad Shalaby	Qiao Zhou
Sylvain Carozza	Henrique Gomes	Robert Lasenby	Jorge Alejandro Preciado	Jamie Sikora	
Shira Chapman	Lauren Hayward Sierens*	Ian Le	Hung-Yi Pu	Sebastian Steinhaus	
Lorenzo Di Pietro	Ben Heidenreich	Adam Lewis	Nicolas Quesada	Dave Touchette	
Galyna Dobrovolska	Matthijs Hogervorst	Ashley Milsted	Louk Rademaker	Alex Weekes	
William Donnelly	Junwu Huang	Moritz Munchmeyer	Djordje Radicevic	Wolfgang Wieland	

**James Forrest (directeur)**, Institut PÉRIMÈTRE et Université de Waterloo



James Forrest s'est joint à l'Université de Waterloo en 2000 et est devenu directeur des programmes d'enseignement de l'Institut PÉRIMÈTRE en 2014. Il a été de 2005 à 2010 directeur de l'Institut de physique des universités de Guelph et de Waterloo, et a occupé un certain nombre de postes administratifs à l'Université de Waterloo. Ses recherches portent sur la physique de la matière souple à l'échelle nanométrique, notamment les polymères et les protéines, sur la transition vitreuse en géométrie confinée, de même que sur les propriétés de surface et d'interface des polymères. Entre autres distinctions, James Forrest est membre élu de la Société américaine de physique et corécepteur de la médaille Brockhouse 2013 de l'Association canadienne des physiciens et physiciennes.

## DOCTORANTS EN 2017-2018 (université partenaire, directeur de thèse)

Eugene Adjei (Université de Waterloo, Agata Branczyk)	Fiona McCarthy (Université de Waterloo, David Kubiznak et Robert Mann)
Natacha Altamirano (Université de Waterloo, Niayesh Afshordi)	Sebastian Mizera (Université de Waterloo, Freddy Cachazo et Bianca Dittrich)
Alvaro Ballon Bordo (Université de Waterloo, David Kubiznak et Robert Myers)	Seyed Farough Moosavian (Université de Waterloo, Davide Gaiotto)
Chenfang Bao (Université de Waterloo, Neil Turok)	Heidar Moradi (Université de Waterloo, Xiao-Gang Wen)
Jacob Barnett (Université de Waterloo, Lee Smolin)	Soham Mukherjee (Université de Waterloo, Erik Schnetter)
Pablo Bosch Gomez (Université de Waterloo, Luis Lehner)	Chiamaka Okoli (Université de Waterloo, Niayesh Afshordi)
Dylan Butson (Université de Toronto, Kevin Costello)	Masoud Rafiei-Ravandi (Université de Waterloo, Kendrick Smith)
Juan Cayuso (Université de Waterloo, Matthew Johnson)	Surya Raghavendran (Université de Toronto, Kevin Costello)
Frank Coronado (Université de Waterloo, Pedro Vieira)	Miroslav Rapcak (Université de Waterloo, Davide Gaiotto et Jaume Gomis)
Clément Delcamp (Université de Waterloo, Bianca Dittrich)	Matthew Robbins (Université de Waterloo, Niayesh Afshordi et Robert Mann)
Diego Delmastro (Université de Waterloo, Jaume Gomis)	Shan-Ming Ruan (Université de Waterloo, Robert Myers)
Job Feldbrugge (Université de Waterloo, Neil Turok)	Nitica Sakharwade (Université de Waterloo, Lucien Hardy)
Adrian Franco Rubio (Université de Waterloo, Guifre Vidal)	Laura Sberna (Université de Waterloo, Neil Turok)
Utkarsh Giri (Université de Waterloo, Kendrick Smith)	Andres Schlieff (Université McMaster, Sung-Sik Lee)
Anna Golubeva (Université de Waterloo, Roger Melko)	David Schmid (Université de Waterloo, Robert Spekkens)
Lucia Gomez Cordova (Université de Waterloo, Pedro Vieira)	Andrei Shieber (Université de Waterloo, Lucien Hardy)
Tomas Gonda (Université de Waterloo, Robert Spekkens)	Barak Shoshany (Université de Waterloo, Laurent Freidel)
Alfredo Guevara (Université de Waterloo, Freddy Cachazo)	Vasudev Shyam (Université de Waterloo, Lee Smolin)
Markus Hauru (Université de Waterloo, Guifre Vidal)	David Svoboda (Université de Waterloo, Laurent Freidel et Ruxandra Moraru)
Juan Hernandez (Université de Waterloo, Robert Myers)	Paul Tiede (Université de Waterloo, Avery Broderick)
Florian Hopfmüller (Université de Waterloo, Laurent Freidel)	Qingwen Wang (Université de Waterloo, Niayesh Afshordi)
Qi Hu (Université de Waterloo, Guifre Vidal)	Ryan Westernacher-Schneider (Université de Waterloo, Luis Lehner)
Nafiz Ishtiaque (Université de Waterloo, Jaume Gomis)	Jingxiang Wu (Université de Waterloo, Davide Gaiotto)
Mansour Karami (Université de Waterloo, Niayesh Afshordi et Avery Broderick)	Yigit Yargic (Université de Waterloo, Lee Smolin)
Seth Kuraniki Asante (Université de Waterloo, Bianca Dittrich et Lee Smolin)	Yehao Zhou (Université de Waterloo, Kevin Costello)
Gabriel Magill (Université McMaster, Cliff Burgess)	Yijian Zou (Université de Waterloo, Guifre Vidal)
Hugo Marrochio (Université de Waterloo, Robert Myers)	

## ÉTUDIANTS À LA MAÎTRISE EN 2017-2018 (pays d'origine)

Nanna Havn Aamand (Danemark)	Thomas Fraser (Canada)	Michael Morales Curi (Pérou)
Ahmed Abouelkomsan (Égypte)	Lucia Maria Garozzo (Italie)	Felipe Ortega Gama (Mexique)
Mohammed Montadhar Al-Hakim (Allemagne)	Finnian Gray (Nouvelle-Zélande)	Qiaoyin Pan (Chine)
Gwyneth Allwright (Afrique du Sud)	Alexandre Homrich (Brésil)	Victor Py (France)
Julia Alsina Oriol (Espagne)	Aurora Ireland (États-Unis)	Leonel Quinta Queimada (Portugal)
Francisco Vladimir Calvera Ciguenas (Pérou)	Puttarak Jai-akson (Thaïlande)	Carlos Rodriguez Fernandez (Équateur)
Lila Chergui (Canada)	Cheryne Jonay (Suisse)	Barbara Skrzypek (États-Unis)
Kfir Dolev (États-Unis)	Jeremy Kelly-Massicotte (Canada)	Jessica Weitbrecht (Irlande)
Matthew Dushenes (Canada)	Niamh Maher (Irlande)	Lei Yang (Nouvelle-Zélande)
Stavros Efthymiou (Grèce)	Katarina Martinovic (Monténégro)	
Jeremie Francfort (Suisse)	Avirukt Mittal (Inde)	

## CHERCHEURS RÉSIDANTS

### Chercheur résident affilié

John Moffat

### Chercheur principal affilié

Steve MacLean

### Chercheur principal

Rafael Sorkin

## MEMBRES AFFILIÉS EN 2017-2018

Arif Babul, Université de Victoria

Sonia Bacca, TRIUMF

Jonathan Bagger, TRIUMF

Jonathan Baugh, Institut d'informatique  
quantique de l'Université de Waterloo (IQC)

Richard Bond, Institut canadien d'astrophysique  
théorique de l'Université de Toronto (ICAT)

Ivan Booth, Université Memorial

Vincent Bouchard, Université de l'Alberta

Robert Brandenberger, Université McGill

Gilles Brassard, Université de Montréal

Anne Broadbent, Université d'Ottawa

Jim Bryan, Université de la Colombie-  
Britannique

Anton Burkov, Université de Waterloo

Simon Caron-Huot, Université McGill

Benoit Charbonneau, Université de Waterloo

Jeffrey Chen, Université de Waterloo

Kyung Soo Choi, IQC

Matthew Choptuik, Université de la Colombie-  
Britannique

Dan Christensen, Université Western

Richard Cleve, IQC

Alan Coley, Université Dalhousie

Andrzej Czarnecki, Université de l'Alberta

Saurya Das, Université de Lethbridge

Arundhati Dasgupta, Université de Lethbridge

Keshav Dasgupta, Université McGill

Rainer Dick, Université de la Saskatchewan

Joseph Emerson, IQC

Valerio Faraoni, Université Bishop's

Rodrigo Fernandez, Université de l'Alberta

Marcel Franz, Université de la Colombie-  
Britannique

Doreen Fraser, Université de Waterloo

Andrew Frey, Université de Winnipeg

Valeri Frolov, Université de l'Alberta

Ion Garate, Université de Sherbrooke

Jack Gegenberg, Université du Nouveau-  
Brunswick

Ghazal Geshnizjani, Université de Waterloo

Shohini Ghose, Université Wilfrid-Laurier

Florian Girelli, Université de Waterloo

Gilad Gour, Université de Calgary

Marco Gualtieri, Université de Toronto

John Harnad, Université Concordia

Igor Herbut, Université Simon-Fraser

Jeremy Heyl, Université de la Colombie-  
Britannique

Bob Holdom, Université de Toronto

Michael Hudson, Université de Waterloo

Viqar Husain, Université du Nouveau-Brunswick

Kazi Rajibul Islam, IQC

Thomas Jennewein, IQC

Joel Kamnitzer, Université de Toronto

Joanna Karczmarek, Université de la Colombie-  
Britannique

Spiro Karigiannis, Université de Waterloo

Achim Kempf, Université de Waterloo

Yong-Baek Kim, Université de Toronto

Pavel Kovtun, Université de Victoria

David Kribs, Université de Guelph

Hari Kunduri, Université Memorial

Gabor Kunstatter, Université de Winnipeg

Kayll Lake, Université Queen's

Debbie Leung, Université de Waterloo

Randy Lewis, Université York

Hoi-Kwong Lo, Université de Toronto

Norbert Lütkenhaus, IQC

Joseph Maciejko, Université de l'Alberta

Richard MacKenzie, Université de Montréal

A. Hamed Majedi, IQC

Alexander Maloney, Université McGill

Robert Mann, Université de Waterloo

Eduardo Martin-Martinez, IQC

Gerry McKeon, Université Western

Guo-Xing Miao, IQC

Volodya Miransky, Université Western

Ruxandra Moraru, Université de Waterloo

David Morrissey, TRIUMF

Norman Murray, ICAT

Christine Muschik, Université de Waterloo

Wayne Myrvold, Université Western

Julio Navarro, Université de Victoria

Ashwin Nayak, Université de Waterloo

Elisabeth Nicol, Université de Guelph

Duncan O'Dell, Université McMaster

Don Page, Université de l'Alberta

Prakash Panangaden, Université McGill

Manu Paranjape, Université de Montréal

Vern Paulsen, IQC

A.W. Peet, Université de Toronto

Alexander Penin, Université de l'Alberta

Harald Pfeiffer, ICAT

Levon Pogosian, Université Simon-Fraser

Dmitri Pogosyan, Université de l'Alberta

Eric Poisson, Université de Guelph

David Poulin, Université de Sherbrooke

Steven Rayan, Université de la Saskatchewan

Michael Reimer, IQC

Kevin Resch, IQC

Adam Ritz, Université de Victoria

Pierre-Nicholas Roy, Université de Waterloo

Moshe Rozali, Université de la Colombie-  
Britannique

Barry Sanders, Université de Calgary

Kristin Schleich, Université de la Colombie-  
Britannique

Douglas Scott, Université de la Colombie-  
Britannique

Sanjeev Seahra, Université du Nouveau-  
Brunswick

Peter Selinger, Université Dalhousie

John Sipe, Université de Toronto

Aephraim Steinberg, Université de Toronto

James Taylor, Université de Waterloo

André-Marie Tremblay, Université de  
Sherbrooke

Adam Tsen, Université de Waterloo

Mark Walton, Université de Lethbridge

John Watrous, Université de Waterloo

Steve Weinstein, Université de Waterloo

Lawrence Widrow, Université Queen's

Christopher Wilson, IQC

Edward Wilson-Ewing, Université du Nouveau-  
Brunswick

Don Witt, Université de la Colombie-Britannique

Peter Wittek, Université de Toronto

Karen Yeats, Université de Waterloo

Bei Zeng, Université de Guelph

# SCIENTIFIQUES INVITÉS EN 2017-2018

\* Titulaire d'une chaire de chercheur invité distingué

\*\* Adjoint invité

\*\*\* Boursière Simons-Emmy-Noether

Scott Aaronson\*, Université du Texas à Austin  
David Aasen, Institut de technologie de la Californie

Jahed Abedi, Institut de recherche en sciences fondamentales (IPM)

Michalis Agathos, Université de Cambridge

Prateek Agrawal, Université Harvard

Syed Ahmed, Institut de recherche Raman

Vincenzo Alba, École internationale supérieure d'études avancées de Trieste (SISSA)

Emanuele Alesci, Université d'État de Pennsylvanie

Olalla Alvaredo\*\*\*, Collège Royal Holloway de l'Université de Londres

Haipeng An\*\*, Université Tsinghua

Xinliang An, Université de Toronto

Anders Andreassen, Université Harvard

Lorenzo Annulli, Institut supérieur de technologie de l'Université de Lisbonne (IST)

Anurag Anshu, Université nationale de Singapour

Leandro Aolita, Université fédérale de Rio de Janeiro

Michael Appels, Université de Durham

Amjad Ashoorioon, Institut national de physique nucléaire d'Italie (INFN)

Abhay Ashtekar\*, Université d'État de Pennsylvanie

Alexander Atanasov, Université Yale

Gary Au, Université de la Saskatchewan

Newshaw Bahreyni, Université Gettysburg College

Yuntao Bai, Université de Princeton

Ana Balibanu, Université Harvard

Mario Ballardini, Université du Cap-Occidental

Jean-Daniel Bancal, Université de Bâle

Leonardo Banchi, Collège impérial de Londres

Ning Bao, Université de la Californie à Berkeley

James Bardeen\*, Université de l'État de Washington

Till Bargheer, Université Leibniz de Hanovre

Dror Bar-Natan, Université de Toronto

Glenn Barnich, Université libre de Bruxelles

Jonathan Barrett\*\*, Université d'Oxford

Ganapathy Baskaran\*, Institut de mathématiques de Chennai

Aron Beekman, Université Keio

Gwyn Bellamy, Université de Glasgow

Jibril Ben Achour, Université Fudan

Joseph Ben Geloun\*\*, Université Paris 13

Yoni BenTov, Institut de technologie de la Californie

Marcus Berg, Université de Karlstad

Eric Bergshoeff, Université de Groningue

Asher Berlin, Laboratoire national de l'accélérateur SLAC

Laura Bernard, Institut supérieur de technologie de l'Université de Lisbonne (IST)

Clément Berthiere, Université de Tours

Swetha Bhagwat, Université de Syracuse

Amit Bhoonah, Université Queen's

Ofek Birnholtz, Institut de technologie de Rochester

Marcel Bischoff, Université de l'Ohio

Nikita Blinov, Laboratoire national de l'accélérateur SLAC

Celine Boehm\*\*\*, Université de Durham

Radja Boughezal\*\*\*, Laboratoire national d'Argonne

Raphael Bousso, Université de la Californie à Berkeley

Jo Bovy, Université de Toronto

Patrick Brady\*, Université du Wisconsin à Milwaukee

Suddhasattwa Brahma, Centre Asie-Pacifique de physique théorique

Joseph Bramante\*\*, Université Queen's

Sebastian Bramberger, Institut Max-Planck de physique gravitationnelle (Institut Albert-Einstein)

Robert Brandenberger, Université McGill

Jacob Bridgeman, Université de Sydney

Torsten Bringmann, Université d'Oslo

Anne Broadbent, Université d'Ottawa

Adam Brown, Université Stanford

Benjamin Brown, Collège impérial de Londres

Časlav Brukner, Université de Vienne

Joren Brunekreef, Université Radboud de Nîmègue

Phil Bull, Université de la Californie à Berkeley

Nick Bultinck, Université de Princeton

Maya Burhanpurkar, Université Harvard

Anton Burkov, Université de Waterloo

Miguel Campiglia, Université de Montevideo

Raul Carballo-Rubio, École internationale supérieure d'études avancées de Trieste (SISSA)

Vitor Cardoso\*\*, Institut supérieur de technologie de l'Université de Lisbonne (IST)

Dean Carmi, Université de Tel Aviv

Daniel Carney, Université du Maryland à College Park

Juan Carrasquilla\*\*, Institut Vector d'intelligence artificielle

Katerina Chatziioannou, Institut canadien d'astrophysique théorique de l'Université de Toronto (ICAT)

Saptarshi Chaudhuri, Université Stanford

Chien-Yi Chen, Université de Victoria

Natalia Chepiga, Université de la Californie à Irvine

Chi-Ting Chiang, Université d'État de New York à Stony Brook

Goffredo Chirco, Institut Max-Planck de physique gravitationnelle (Institut Albert-Einstein)

Giulio Chiribella\*\*, Université d'Oxford

Emily Cliff, Université de l'Illinois à Urbana-Champaign

Jordan Cotler, Université Stanford

Antonin Coutant, Laboratoire d'acoustique de l'Université du Mans

Sarah Croke, Université de Glasgow

Elizabeth Crosson, Institut de technologie de la Californie

Will Cunningham, Université Northeastern

Leo Cuspinera, Université de Durham

Mariusz Dabrowski, Université de Szczecin

Saurya Das, Université de Lethbridge

Shane Davis, Université de Virginie

Tommaso De Lorenzo, Université d'Aix-Marseille

Elena De Paoli, Université d'Aix-Marseille

Claudia de Rham\*\*, Collège impérial de Londres

Benjamin Dickens, Université de la Californie à Berkeley

Emanuela Dimastrogiovanni\*\*\*, Université Case Western Reserve

Tudor Dimofte, Université de la Californie à Davis

David DiVincenzo, Institut d'information quantique de l'Université technique de Rhénanie-Westphalie (RWTH) à Aix-la-Chapelle

Vladimir Dobrosavljevic, Laboratoire national de champs magnétiques élevés

Pietro Dona, Université d'État de Pennsylvanie

Fay Dowker\*\*, Collège impérial de Londres

Benjamin Doyon, Collège royal de Londres

Justin Dressel, Université Chapman

Nick Early, Université du Minnesota

Astrid Eichhorn\*\*, Université de Heidelberg

Chris Elliott, Institut des hautes études scientifiques (IHES)

Dominic Else, Université de la Californie à Santa Barbara

Matthew Evans, Institut de technologie du Massachusetts

Glen Evenbly\*\*, Université de Sherbrooke

Philippe Faist, Institut de technologie de la Californie

Gregory Falkovich, Institut Weizmann des sciences

Shane Farnsworth, Institut Max-Planck de physique gravitationnelle (Institut Albert-Einstein)

Terry Farrelly, Université Leibniz de Hanovre

Matteo Fasiello, Université Stanford

Farzad Fathizadeh, Université de Swansea

Frank Ferrari, Université libre de Bruxelles

Matthew Fisher\*, Université de la Californie à Santa Barbara

Simon Foreman, Institut canadien d'astrophysique théorique de l'Université de Toronto (ICAT)

Valentina Forini\*\*\*, Université de la Ville de Londres

Anthony Fradette, Université de Victoria

Andrew Frey, Université de Winnipeg

Daniel Friedan, Université Rutgers

Tobias Fritz\*\*, Institut Max-Planck de mathématiques des sciences

Ernesto Frodden, Centre d'études scientifiques (CEC)

Lena Funcke, Institut Max-Planck de physique

Barak Gabai, Université Harvard

Damian Galante, Université d'Amsterdam

Thomas Galley, Collège universitaire de Londres

Iordan Ganev, Institut de science et technologie d'Autriche

Chandrima Ganguly, Université de Cambridge

Isabel Garcia Garcia, Université d'Oxford

Iñaki García-Etxebarria, Institut Max-Planck de physique

Luis Pedro Garcia-Pintos, Université du Massachusetts à Boston

Jerome Gauntlett\*\*, Collège impérial de Londres

Sachin Gautam, Université d'État de l'Ohio

Snir Gazit, Université de la Californie à Berkeley

Dongsheng Ge, École Normale Supérieure de Paris

Jan Gerken, Institut Max-Planck de physique gravitationnelle (Institut Albert-Einstein)

Flaminia Giacomini, Institut d'optique et d'information quantiques

Natalia Giovenale, Université nationale de Córdoba

Roman Gold, Université de Francfort

Hart Goldman, Université de l'Illinois à Urbana-Champaign

Vasco Goncalves, Institut sud américain de recherche fondamentale du Centre international de physique théorique (ICTP-SAIFR)

Jose Raul Gonzalez Alonso, Université Chapman

Achamveedu Gopakumar, Institut Tata de recherche fondamentale

Alison Gopnik, Université de la Californie à Berkeley

Victor Gorbenko, Université Stanford

David Gosset, Centre de recherche Thomas-J.-Watson d'IBM

Kanato Goto, Université de Tokyo

Philip Goyal, Université d'État de New York à Albany

Stephen Green, Institut Max-Planck de physique gravitationnelle (Institut Albert-Einstein)

Sasha Greenfield, Université Chapman

Ruth Gregory\*\*, Université de Durham

Aaron Grisez, Université Chapman

Andrey Gromov, Université de Chicago

Kevin Grosvenor, Université de Copenhague

Andrea Guerrieri, Institut sud américain de recherche fondamentale du Centre international de physique théorique (ICTP-SAIFR)

Anshu Gupta, Centre interuniversitaire d'astronomie et d'astrophysique

Razvan Gurau\*\*, École Polytechnique de Paris

Roland Haas, Université de l'Illinois à Urbana-Champaign

Hal Haggard, Collège Bard

Daniel Halpern-Leistner, Université Cornell

Shajid Haque, Université de Windsor

Edward Hardy, Université de Liverpool

Jelle Hartong, Université d'Édimbourg

Koji Hashimoto, Université d'Osaka

Yin-Chen He, Université Harvard

Song He, Institut de physique théorique de l'Académie chinoise des sciences

Aaron Held, Université de Heidelberg

Simeon Hellerman, Institut Kavli de physique et de mathématiques de l'univers

Reyco Henning, Université de la Caroline du Nord

Christopher Herzog, Université d'État de New York à Stony Brook

Eric Hessels, Université York

Justin Hilburn, Université de la Pennsylvanie

Colin Hill, Institut d'études avancées de Princeton

Ian Hinder, Institut Max-Planck de physique gravitationnelle (Institut Albert-Einstein)

Kurt Hinterbichler, Université Case Western Reserve

Wen Wei Ho, Université Harvard

Matt Hogancamp, Université de la Californie du Sud

Gilbert Holder\*\*, Université de l'Illinois à Urbana-Champaign

Stefan Hollands, Université de Leipzig

Anson Hook, Université Stanford

Sabine Hossenfelder, Institut d'études avancées de Francfort

Onur Hosten, Université Stanford

Matheus Hostert, Université de Durham

Timothy Hsieh, Institut Kavli de physique théorique de l'Université de la Californie à Santa Barbara

Jiangping Hu, Institut de physique théorique de l'Académie chinoise des sciences

Emilie Huffman, Université Duke

Nick Hunter-Jones, Institut de technologie de la Californie

Viqar Husain, Université du Nouveau-Brunswick

Marios Ilias Galanis, Université Stanford

Kent Irwin, Université Stanford

Akash Jain, Université de Durham

Karl Jansen, Synchrotron d'électrons allemand (DESY)

Casey Jao, Université de la Californie à Berkeley

Patrick Jefferson, Université Harvard

Michael Johnson, Observatoire astronomique Smithsonian

Nathan Johnson-McDaniel, Université de Cambridge

David Jordan, Université d'Édimbourg

Ian Jubb, Collège impérial de Londres

Felix Julie, Université Paris-Sud

Martin Jung, Université technique de Munich

Joel Kamnitzer, Université de Toronto

Adrian Kent\*, Université de Cambridge

Markus Kesselring, Université libre de Berlin

Vedika Khemani, Université Harvard

Nima Khosravi, Université Shahid-Beheshti

Isaac Kim, Université Stanford

Taro Kimura, Université Keio

Naoki Kiryu, Université de Tokyo

Matthias Kleinmann, Université de Siegen

Nilas Klitgaard, Université Radboud de Nimègue

Dax Koh, Institut de technologie du Massachusetts

Zohar Komargodski\*\*, Institut Weizmann des sciences

Eleni Kontou, Université d'York

Ryszard Kosteci, Université de Varsovie

Jerzy Kowalski-Glikman, Université de Wrocław

Badri Krishnan, Institut Max-Planck de physique gravitationnelle (Institut Albert-Einstein) et Université Leibniz de Hanovre

Pavel Krtoš, Université Charles

Brad Lackey, Université du Maryland à College Park

Lampros Lamprou, Institut de technologie du Massachusetts

Andreas Lauchli, Université d'Innsbruck

Edoardo Lauria, Université de Louvain

James LeBlanc, Université Memorial

Ciaran Lee, Collège universitaire de Londres

Matthew Leifer\*\*, Université Chapman

Rob Leigh, Université de l'Illinois à Urbana-Champaign

Martin Lesourd, Université d'Oxford

Yeong-Cherng Liang, Université nationale Cheng Kung

Eugene Lim, Collège royal de Londres

Chien-Hung Lin, Université du Minnesota

Jennifer Lin, Institut d'études avancées de Princeton

Tongyan Lin, Université de la Californie à San Diego

Jesse Liu, Université d'Oxford

Zi-Wen Liu, Institut de technologie du Massachusetts

Renate Loll\*, Université Radboud de Nimègue

Robin Lorenz, Université d'Oxford

## SCIENTIFIQUES INVITÉS (SUITE)

- Niccolo Loret, Université *La Sapienza* de Rome
- Raez Lorgat, Institut de technologie du Massachusetts
- Matteo Lostaglio, Institut de sciences photoniques (ICFO)
- Matthew Low, Institut d'études avancées de Princeton
- Andy Lucas, Université Stanford
- Peter Lunts, Institut Flatiron
- Zhenwei Lyu, Université normale de Beijing
- Noah MacAulay, Université de Toronto
- Carlos Mafra, Université de Cambridge
- Seth Major, Université Hamilton College
- Shotaro Makisumi, Université Columbia
- John March-Russell\*, Université d'Oxford
- Gustavo Marques-Tavares, Université Stanford
- Kate Marshall, Université de Newcastle upon Tyne
- Mario Martone, Université du Texas à Austin
- Luis Masanes, Collège universitaire de Londres
- Kiyoshi Masui, Institut canadien d'astrophysique théorique de l'Université de Toronto (ICAT)
- Dalimil Mazac, Université d'État de New York à Stony Brook
- Edward Mazenc, Université Stanford
- Benjamin Mazin, Université de la Californie à Santa Barbara
- Samuel McDermott, Laboratoire national de l'accélérateur Fermi (Fermilab)
- Jacob McNamara, Université Harvard
- Marco Meineri, École Polytechnique Fédérale de Lausanne
- Paula Mellado\*\*\*, Université Adolfo-Ibáñez
- Raissa Mendes, Université fédérale Fluminense
- James Mertens, Université Case Western Reserve
- Florent Michel, Université de Durham
- Jonah Miller, Laboratoire national de Los Alamos
- Stephen Morgan, Université de Sydney
- Ian Moss, Université de Newcastle upon Tyne
- Pavel Motloch, Université de Chicago
- Ramis Movassagh, Institut de technologie du Massachusetts
- Markus Mueller\*\*, Institut d'optique et d'information quantiques
- Jessica Muir, Université du Michigan
- David A. Nichols, Université Radboud de Nimègue
- Karim Noui, Université de Tours
- Masahiro Nozaki, Université de Chicago
- Zohar Nussinov, Université Washington de Saint-Louis
- Niels Obers, Université de Copenhague
- Alexei Oblomkov, Université du Massachusetts à Amherst
- Javier Olmedo, Université d'État de Pennsylvanie
- Prince Osei, *Quantum Leap Africa*, Institut africain des sciences mathématiques (AIMS)
- Naritaka Oshita, Université de Tokyo
- Claudio Paganini, Institut Max-Planck de physique gravitationnelle (Institut Albert-Einstein)
- Don Page, Université de l'Alberta
- Zhen Pan, Université de la Californie à Davis
- Duccio Pappadopulo, Université de New York
- Natalie Paquette, Institut de technologie de la Californie
- Sarthak Parikh, Institut de technologie de la Californie
- Yuchen Pei, Institut royal de technologie (KTH)
- Riccardo Penco, Université de la Pennsylvanie
- Alexander Penin, Université de l'Alberta
- Geoffrey Penington, Université Stanford
- Mark Penney, Institut Max-Planck de mathématiques
- Paolo Perinotti, Université de Pavie
- Eric Perlmutter, Institut de technologie de la Californie
- Frank Petriello, Laboratoire national d'Argonne
- Federico Piazza, Université d'Aix-Marseille
- Nicolo' Piazzalunga, Université d'État de New York à Stony Brook
- Aaron Pierce, Université du Michigan
- Joanna Piotrowska, Université de Cambridge
- Cyril Pitrou, Institut d'astrophysique de Paris
- Bill Poirier, Université Texas Tech
- Giuseppe Policastro, École Normale Supérieure de Paris
- Swetha Prabhat, Université de Syracuse
- Anirudh Prabhu, Université Stanford
- Frans Pretorius\*, Université de Princeton
- Petr Pushkar, Université Columbia
- Eugene Rabinovich, Université de la Californie à Berkeley
- David Radice, Université de Princeton
- Sohrab Rahvar, Université Sharif de technologie
- Daniel Ranard, Université Stanford
- Sebastian Rauch, Institut fédéral suisse de technologie de Zurich (ETH)
- Diego Regalado, Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN)
- Bartosz Regula, Université de Nottingham
- Hanno Rein, Université de Toronto
- Michael Reisenberger, Université de Montevideo
- Marcus Reitz, Université Radboud de Nimègue
- Katarzyna Rejzner\*\*, Université d'York
- Jing Ren, Université de Toronto
- David Rideout, Université de la Californie à San Diego
- Katja Ried, Université d'Innsbruck
- Massimiliano Rinaldi, Université de Trente
- Kai Roehrig, Université de Cambridge
- Alexander Roman, Université de Toronto
- Anna Romanova, Université de l'Utah
- Vladimir Rosenhaus, Institut Kavli de physique théorique de l'Université de la Californie à Santa Barbara
- Shan-Ming Ruan, Université de Waterloo
- Markus Rummel, Université McMaster
- Mairi Sakellariadou\*\*\*, Collège royal de Londres
- Grant Salton, Université Stanford
- Jessica Santiago, Université Victoria de Wellington
- Edivaldo Santos, Université de Chicago
- Ryosuke Sato, Institut Weizmann des sciences
- Claudia Scheimbauer, Université d'Oxford
- Oliver Schlotterer, Institut Max-Planck de physique gravitationnelle (Institut Albert-Einstein)
- Marcel Schmittfull, Institut d'études avancées de Princeton
- Kai Schmitz, Institut Max-Planck de physique nucléaire
- Völker Schomerus, Synchrotron d'électrons allemand (DESY)
- Sarah Schon, Université Queen's
- Andrew Scoins, Université de Durham
- Sanjeev Seahra, Université du Nouveau-Brunswick
- Michael Seifert, Université de Chicago
- Ali Seraj, Institut de recherche en sciences fondamentales (IPM)
- Evangelos Sfakianakis, Université de Leyde
- Henry Shackleton, Institut de technologie du Massachusetts
- Hong Sheng Chia, Université d'Amsterdam
- Daniel Siegel, Université Columbia
- Jon Sievers, Université du KwaZulu-Natal
- Olivier Simon, Université Stanford
- Kevin Slagle, Université de Toronto
- Marcelle Soares-Santos, Laboratoire national de l'accélérateur Fermi (Fermilab)
- Iakov (Yan) Soibelman\*, Université d'État du Kansas
- Adam Solomon, Université de la Pennsylvanie
- Antony Speranza, Université du Maryland à College Park
- Liron Speyer, Université de Virginie

Emmanuel Stamou, Institut Weizmann des sciences

Bogdan Stefanski, Université de la Ville de Londres

Dejan Stojkovic, Université d'État de New York à Buffalo

Miles Stoudenmire, Institut Flatiron

Georgios Styliaris, Université de la Californie du Sud

James Sully, Université McGill

Sherry Suyu, Institut Max-Planck d'astrophysique

Volodymyr Takhistov, Université de la Californie à Los Angeles

Dan Tamayo, Institut canadien d'astrophysique théorique de l'Université de Toronto (ICAT)

Isaac Tamblyn, Conseil national de recherches du Canada

Massimo Taronna, Université de Princeton

James Tener, Université de la Californie à Santa Barbara

Mae Hwee Teo, Université Stanford

Barbara Terhal\*, Université de technologie de Delft

Eduardo Testé Lino, Institut sud américain de recherche fondamentale du Centre international de physique théorique (ICTP-SAIFR)

Jedidiah Oliver Thompson, Université Stanford

Naftali Tishby, Université hébraïque de Jérusalem

Jonathan Toledo, École Polytechnique Fédérale de Lausanne

Andrew Tolley\*\*, Collège impérial de Londres

Koon Tong Goh, Université nationale de Singapour

Michael Troxel, Université d'État de l'Ohio

Yu-Dai Tsai, Université Cornell

Luca Turin, Centre de recherches Alexander-Fleming en sciences biomédicales

Hendrik Ulbricht, Université de Southampton

Lev Vaidman, Université de Tel Aviv

Antony Valentini, Université de Clemson

Rien van de Weijgaert, Université de Groningue

Evert van Nieuwenburg, Institut de technologie de la Californie

Ken Van Tilburg, Institut d'études avancées de Princeton

Jasper van Wezel, Université d'Amsterdam

Petr Vasko, Université de Varsovie

Fleur Versteegen, Université de Heidelberg

Rodrigo Vicente, Institut supérieur de technologie de l'Université de Lisbonne (IST)

Giovanni Villadoro, Centre international Abdus-Salam de physique théorique (ICTP)

Aaron Vincent\*\*, Université Queen's

Michael Viscardi, Université de la Californie à Berkeley

Manus Visser, Université d'Amsterdam

Curt von Keyserlingk, Université de Birmingham

Amar Vutha, Université de Toronto

Mordecai Waegell, Université Chapman

Aron Wall, Université Stanford

Yidun Wan, Université Fudan

Chong Wang, Université Harvard

Tian Wang, Institut de technologie de la Californie

Yifan Wang, Université de Princeton

Zhiqiang Wang, Université McMaster

David Weir, Université d'Helsinki

Rainer Weiss, Institut de technologie du Massachusetts

Brian Williams, Université Northwestern

Mark Wise\*, Institut de technologie de la Californie

Gabriel Wong, Université de Virginie

Imogen Wright, Hyrax Biosciences

Senke Xu, Université de la Californie à Santa Barbara

Masahito Yamazaki, Institut Kavli de physique et de mathématiques de l'univers

Yaping Yang\*\*\*, Université du Massachusetts à Amherst

Penghui Yao, Université du Maryland à College Park

Hossein Yavartanoo, Institut de physique théorique de l'Académie chinoise des sciences

Philsang Yoo, Université Yale

Yi-Zhuang You, Université Harvard

Stav Zalel, Collège impérial de Londres

Alexander Zamolodchikov\*, Université d'État de New York à Stony Brook

Jesus Zavala Franco, Université d'Islande

Fuchun Zhang, Institut Kavli de sciences théoriques de l'Académie chinoise des sciences

Yong Zhang, Institut de physique théorique de l'Académie chinoise des sciences

Gufang Zhao, Université du Massachusetts à Amherst

Yue Zhao, Université du Michigan

Tianci Zhou, Université de l'Illinois à Urbana-Champaign

Quntao Zhuang, Institut de technologie du Massachusetts

Paul Ziegler, Université d'Oxford

Peter Zimmerman, Université de l'Arizona

Liujun Zou, Institut de technologie du Massachusetts

## CONFÉRENCES ET ATELIERS EN 2017-2018

**Hopf Algebras in Kitaev's Quantum Double Models: Mathematical Connections from Gauge Theory to Topological Quantum Computing and Categorical Quantum Mechanics** (Algèbres de Hopf dans des modèles quantiques doubles de Kitaev : liens mathématiques entre les théories de jauge, l'informatique quantique topologique et la mécanique quantique catégorique) - Du 31 juillet au 4 août 2017

**Experimental Techniques in Table-Top Fundamental Physics** (Techniques d'expérimentation peu encombrantes en physique fondamentale) - Du 21 au 25 août 2017

**Hands-On Maple Workshop** (Atelier pratique sur le système Maple) - Le 24 octobre 2017

**Lights, Sounds, Action in Strong Field Gravity** (Lumière, sons et action dans de forts champs gravitationnels) - Les 6 et 7 novembre 2017

**Quantum Black Holes in the Sky?** (Des trous noirs quantiques dans le ciel?) - Du 8 au 10 novembre 2017

**The Path Integral for Gravity** (L'intégrale de chemin de la gravité) - Du 13 au 17 novembre 2017

**Computational Methods for General Relativistic Magnetohydrodynamics: Con2Prim and Friends** (Méthodes calculatoires en magnétohydrodynamique de la relativité générale : Con2Prim et amis) - Les 13 et 14 février 2018

**Gauge Theory, Geometric Langlands, and Vertex Operator Algebras** (Théorie de jauge, dualité de Langlands géométrique et algèbres d'opérateurs vertex) - Du 22 au 24 mars 2018

**Open Research: Rethinking Scientific Collaboration** (Science ouverte : repenser la collaboration scientifique) - Du 26 au 28 mars 2018

**Observers in Quantum and Foli Theories** (Observateurs en physique quantique et théories de remplacement) - Du 2 au 6 avril 2018

**Algorithmic Information, Induction, and Observers in Physics** (Information algorithmique, induction et observateurs en physique) - Du 9 au 13 avril 2018

**New Directions in Conventional and Ambitwistor String Theories** (Nouvelles orientations en théorie des cordes conventionnelle et théorie des ambitwisteurs) - Du 16 au 20 avril 2018

**Réunion de l'Institut Périmètre et du CNRC** - Les 7 et 8 mai 2018

**Searching for New Particles with Black Hole Superradiance** (Recherche de nouvelles particules à l'aide de la superradiance des trous noirs) - Du 9 au 11 mai 2018

**Journée Trajectoires de carrière** - Le 15 mai 2018

**Open EFTs and Gravity as a Medium** (Théories effectives des champs ouvertes et la gravité comme milieu) - Du 4 au 8 juin 2018

**Asymptotic Safety in a Dark Universe** (Sécurité asymptotique dans un univers sombre) - Du 5 au 7 juin 2018

**Path to Kilohertz Gravitational-Wave Astronomy** (Vers l'astronomie des ondes gravitationnelles de l'ordre du kilohertz) - Du 11 au 13 juin 2018

**Low Energy Challenges for High Energy Physicists 3** (Défis des basses énergies pour physiciens des hautes énergies 3) - Du 18 au 21 juin 2018

**École d'été tripartite sur les particules élémentaires (TRISEP) 2018** - Du 9 au 20 juillet 2018



## PARRAINAGES EN 2017-2018

L'Institut PÉRIMÈTRE a parrainé les conférences et ateliers suivants tenus à l'extérieur de l'Institut :

15<sup>e</sup> conférence internationale sur la physique et la logique quantiques (QPL 2018), Université Dalhousie

Atelier et conférence de l'Atlantique sur la relativité générale, Université Saint-Francis-Xavier

Conférence canadienne des étudiantes de 1<sup>er</sup> cycle en physique (CCUWiP) 2018, Université Queen's

Congrès 2018 de l'ACP, Université Dalhousie

*Cosmological Frontiers in Fundamental Physics 2018* (Frontières cosmologiques en physique fondamentale 2018), Instituts internationaux Solvay

Conférence conjointe Canada-Asie-Pacifique sur la relativité générale et l'astrophysique relativiste 2018, Université de l'Alberta

GAP (*Geometry and Physics – Géométrie et physique*) 2017, Institut Fields de recherche mathématique de l'Université de Toronto

Institut d'hiver 2018 du lac Louise, Université de l'Alberta

*The Physics of Galaxy Scaling Relations and the Nature of Dark Matter* (Physique des relations d'échelle galactiques et la nature de la matière sombre), Université Queen's

*Théorie Canada 13*, Université Saint-Francis-Xavier

*Women in Physics Canada 2018* (Les femmes et la physique au Canada 2018), Université de Sherbrooke

# MERCI AUX VISIONNAIRES

NOUS TENONS À REMERCIER TOUS  
CEUX QUI NOUS SOUTIENNENT, NOTAMMENT :

**MIKE LAZARIDIS, FONDATEUR**

**NOS PARTENAIRES PUBLICS**

GOUVERNEMENT DU CANADA  
GOUVERNEMENT DE L'ONTARIO  
RÉGION DE WATERLOO  
VILLE DE WATERLOO

ET

**UN RÉSEAU CROISSANT  
DE PARTENAIRES ET DONATEURS PRIVÉS  
DANS LE MONDE ENTIER**

La liste des donateurs de l'Institut Périmètre est accessible à la page  
[www.perimeterinstitute.ca/fr/soutenez-l-institut-p-rim-tre](http://www.perimeterinstitute.ca/fr/soutenez-l-institut-p-rim-tre)  
Voir aussi à la page 40.



NOUS FAISONS TOUS PARTIE DE L'ÉQUATION

Canada  INSTITUT  PÉRIMÈTRE DE PHYSIQUE THÉORIQUE  Ontario

31, rue Caroline Nord | Waterloo | Ontario  
Canada | N2L 2Y5 | 1 519 569-7600

[perimeterinstitute.ca](http://perimeterinstitute.ca)

Numéro d'enregistrement d'organisme de bienfaisance : 88981 4323 RR0001